Chimica

Le scienze naturali si aiutano tra loro e si collegano scambievolmente, per cui vediamo la fisica e la storia naturale specialmente in quella parte che tratta dei minerali, e delle funzioni organiche aver bisogno della chimica e questa pure spesso ricorre ad esse.

La distinzione della scienza della natura nei suoi rami diversi deriva dal punto di vista sotto cui se ne considerano gli argomenti.

La Storia Naturale abbraccierebbe tutte le scienze fisiche nella sua più larga espressione, ma si restringe alla descrizione dei corpi, quando si prescinda dalle funzioni organiche.

La fisica, studia le modificazioni osserva-
te nei corpi, esposti agli agenti generali del-
la natura, e le loro apparenze diverse,
che diconsi fenomeni.

Codeste modificazioni prodotte dagli agenti,
luce, calorico ed elettricità, non sono perma-
nenti nè alterano profondamente la natu-
ra del corpo.

Un corpo riscaldato sotto l'azione del calo-
rico, si dilata nel suo volume, ma que-
st'azione non ne muta la natura ed es-
so conserva i suoi caratteri; tale modifi-
cazione non è neppure permanente e ces-
sato quel grado di temperatura diminui-
sce il volume, aumenta se la tempera-
tura va crescendo.

Strofinando della resina, della ceralacca con
un pannolana, questi corpi si elettrizza-
no ed acquistano la proprietà di attrarre
i corpi leggeri: sotto l'azione dell'elettricità
questo fenomeno si palesa persistente,

ma la natura dei corpi non viene alterata che conservano i loro caratteri, nè è persistente perchè essa facilmente si disperde, o perde la proprietà d'attrarre.

Ma assoggettando taluni corpi a questi agenti o facendo agire un corpo sull'altro, si hanno fenomeni che alterano profondamente la natura del corpo e sono permanenti, perchè il corpo da sè medesimo non riacquista i mutati caratteri, ma solo per effetto di nuove azioni.

P. E. Il fosforo è un corpo solido di color gialliccio che facilmente accende, tanto che per conservarlo od in bastoncini od in pasta lo si tiene sott'acqua nei vasi: nella stagione estiva specialmente lasciato al contatto dell'aria si riaccende al più lieve urto, e piglia fuoco stropicciato su di una superficie scabra bruciando con fiamma brillante, esso entra anche nella composizione dei fiammiferi.

Nell'oscurità pure è luminoso, e quando

ove fregato lascia una nube bianca, vapo=
rosa e luminosa; è inoltre un energico ve=
leno solubile nel solfuro di Carbonio.

Per mantenerlo coi suoi caratteri è neces=
sario mantenerlo fuori dell'influenza
della luce sia diffusa che riflessa o diretta
quindi i vasi si coprono con carta nera.

Se non si ha questa cura, sotto l'azione
solare muterebbe aspetto, assumerebbe un
colore rossigno che diverebbe col tempo rosso
mattone.

Questa modificazione non è che superficia=
le e raschiando il corpo si trova che al di sotto
ha mantenute tutte le sue proprietà, l'azio=
ne della luce ha prodotto solo un velamento di
color rosso.

Questa materia rossa è fosforo, non ha per=
duto nulla ne acquistato, e se prima chiama=
vasi fosforo ordinario ora chiamasi fosforo
rosso. Questo fatto noto da qualche tempo non
fu che profondato negli ultimi anni, quan

do si conobbe che il fosforo sottratto, in apposite con-
dizioni, all'azione della luce, e sottoposto all'azione
del calore fino 150 g. circa si tramuta in grandi
masse ed in poco tempo in fosforo rosso.

Il calore opera quindi lo stesso effetto della luce,
ma in masse assai più grandi, per cui si ado-
pera come preparazione industriale. Questo fosfo-
ro rosso però ottenuto col mezzo del calore, è amorfo,
è disaggregato non si fonde non è luminoso nel-
le tenebre, nè velenoso, stropicciato su un
corpo scabro non si accende, nè si scioglie nel
solfuro di Carbonio, tanto che non si direbbe esser
quello lo stesso corpo, esso però è lo stesso sebbene
abbia proprietà affatto diverse.

È questa una azione chimica del calorico che
induce una modificazione intima e profonda
e permanente che non sparisce se non
sotto un grado di temperatura superiore a
quella che la produsse.

I fiammiferi composti colla pasta rossa evi-
tano l'avvelenamento e gli incendii poichè

strisciate su qualunque superficie scabra non ardono, non avendo sulla capocchia il fosforo rosso ma essendo questo spalmato in leggiero strato sull'annessa scatola.

2. Ora vediamo come avvenga il fatto della modificazione di alcuni corpi della natura prendendo a modificarli, non un agente universale, ma facendoli reagire l'uno su l'altro.

Noi abbiamo due corpi solfo (S) Mercurio (H) Il primo corpo solido, di color giallo, che si può concretare, ed atto alla cristallizzazione; l'altro pella sua mobilità liquida detto argento vivo che all'ordinaria temperatura ha lo splendore metallico del mercurio. Se noi facciamo date quantità d'ambedue, e mescoliamo ben bene in un mortajo, vediamo pel semplice fatto di questa rimescolanza, che il mercurio si divide in piccole porzioni nella massa del solfo, non si scorgono più le goccidle del mercurio, nè il giallo del solfo, ma una pasta di color nero. Esponiamo questa

pasta ad una sorgente calorifica di temperatu-
ra molto elevata, vedremo che essa fonde, e nel
raffreddarsi si rappiglia in solido di tinta rosso-
cupo: però se trituriamo nuovamente questo cor-
po, esso ridotto in polvere si manifesta con un
bel color rosso vivo: in questo caso il prodotto avuto
dicesi Cinabro, e viene adoperato come materia coloran-
te.- Il Cinabro risulta quindi dall'azione del-
l'H sullo S. epperò essi ebbero un'azione recipro-
ca, e l'effetto ne fu l'azione d'ambidue.

Ma questa azione che gli fece unire sarà forse
una semplice azione fisica?? No perchè in questo
nuovo corpo vediamo caratteri affatto diversi, fu
quindi azione chimica.

Una volta che noi abbiamo due corpi agenti
l'uno sull'altro od altrimenti s'abbia azione
chimica, abbiamo veduto che questi corpi s'uni-
scono insieme e possiamo dire chimicamente:
allora quando si ha un corpo in cui trovansi
chimicamente uniti due corpi lo chiameremo
una combinazione chimica od un corpo composto.

Da ciò possiamo inferirne come conseguenza, la distinzione tra combinazione chimica, e semplice miscuglio, il quale non è che la pura unione di due corpi nel cui risultato si distinguono chiaramente le proprietà loro individuali. Così per esempio prendiamo un pezzo di cera e mescoliamo della sabbia e facciamo di scaldare pure questa massa in modo che fonda, al raffreddare essa consoliderà; ma troveremo noi che in questo nuovo corpo sieno mutate le proprietà dei due componenti? no perchè in esso avremo della cera su cui si vedranno i granelli della sabbia.

Quando parliamo di composizione, è necessario dire che cosa sia la decomposizione o scomposizione chimica, per essa intendiamo il separare da date composizioni i corpi che erano tra loro chimicamente uniti: certo che questa scomposizione non può aver luogo che per effetto di altra azione chimica che abbia la forza di dividere questi corpi chimicamente uniti.

Epperò se io potrò dal Cinabro togliere il Mercurio che
esso contiene, io farò la decomposizione del Cinabro;
imperciocchè se adopero un altro corpo che si appro-
pri uno o l'altro d'essi, ne avrò uno in libertà.

Epperò se faccio di mescolare della limatura
di ferro col Cinabro, e di scaldarlo, il ferro avendo più
affinità collo solfo che non il Mercurio, si unirà
ad esso per formare un nuovo composto e lascierà
libero il Mercurio; in tal modo io opero la decomposi-
zione del Cinabro ed una nuova composizione di
ferro e solfo cioè del solfato di ferro.

Vedendo sparsi nella natura sì numerosi e
svariati corpi, sorgerebbe la domanda; se quando
noi assoggettiamo a diverse azioni chimiche l'u-
no o l'altro dei corpi che trovansi in natura
si potrebbe discendere ad avere delle scomposizio-
ni; ma a ciò noi dobbiamo rispondere che non
tutti i corpi possono scomporsi.

Noi abbiamo in natura un certo numero di cor-
pi, i quali per quante forti azioni si sottopon-
gono, non si arrivò giammai a trarne altra

sostanza da quella che presentano, cioè non si ar-
rivò a decomporli. Questi si chiamano corpi
semplici e che più esattamente diremo inde-
composti; perchè per corpo semplice si intende
un corpo costituito da una sola sostanza, e
noi nell'accettarli non possiamo affermare
che sieno costituiti da una sola materia, per-
chè col progresso delle scienze si potrebbe arriva-
re a scomporli e trovarli corpi composti; ecco
quindi come si stia più nella verità del fatto
chiamandoli corpi indecomposti; essi sono in
numero di 63.

3. Vediamo ora quali fra i corpi che ci attor-
niano siano i corpi semplici e quali i compo-
sti. È certo che se prendiamo a considerare
questi corpi non è a dire se l'aria sia uno dei
più importanti. Essa è quello strato di
gas che circonda il globo terrestre che fa parte dei
suoi movimenti e nel quale gli esseri vi-
vono, essendo indispensabile alla loro vita
cioè alla respirazione.

7

Ora l'aria è essa un corpo semplice o composto?
Noi sappiamo che se un animale respira, ciò
ha luogo per la presenza dell'aria come se un
corpo brucia lo è in presenza ed in contatto del=
l'aria, si vede però chiaramente che questa è
un azione chimica: per dimostrar ciò, prendia=
mo una campana di vetro, certo essa è piena d'
aria e quindi un cerino postovi entro brucierà
appunto per rinnovarsi dell'aria che precipi=
ta nel luogo di quella dilatata; ma volendo bru=
ciare il cerino in uno spazio limitato d'aria, si
capovolga la campana su di una vasca di
acqua e così ~~[illegible]~~ saremo certi, che in essa l'aria non
si rinnoverà, prendiamo quindi una bacinel=
la di porcellana con della bambagia imbe=
vuta nello spirito di vino e poniamola a gal=
leggiar sull'acqua sotto la campana acceso
lo spirito di vino: noi vedremo che dopo bre=
ve tempo la fiammella si spegne, rimasto
ancora dentro della campana della materia
aeriforme: ora per venire ad una conclusio=

ne è necessario vedere se quella che c'è dentro
sia materia atta alla combustione; epperò
facciamo il passaggio del gas in un altro
recipiente più piccolo e immergiamo in
esso un cerino acceso, noi vediamo che esso
subito si spegne.

Da ciò si inferisce la conclusione se l'aria
sia un corpo semplice o composto. Se fosse un
corpo semplice, il cerino avrebbe dovuto arde-
re fino a che tutta l'aria nella campana
si fosse consunta; oppure immerso in quel
residuo avrebbe dovuto continuare ad ardere;
quindi chiaro si vede che una parte di es-
sa è atta alla combustione l'altra è inetta
e quella parte inetta è il residuo appunto
rimasto nella campana; vedremo poi come
l'azoto o nitrogeno sia esso il gas inetto alla
combustione.

Abbiamo veduto come l'aria appartenga
non ai corpi semplici; ma risulti dalla
unione di due corpi aeriformi; uno è quel-

8

lo che mantiene la combustione l'altro è inetto;
e quindi ciò accadrebbe anche nella respirazione
chiaramente si vede esser l'aria dunque composta di due gas: l'uno Ossigeno l'al=
tro Azoto. Dalla stessa esperienza abbiamo ve=
duto come l'aria non sia un corpo semplice;
però facendo il confronto della composizione
dell'aria colla definizione dei corpi indicanti
posti e composti, non potressimo soggiunge=
re subito è un corpo composto perchè non è
semplice; imperciocchè i due gas trovansi so=
lo mescolati assieme, epperò è un ~~corpo~~ sem=
plice miscuglio; e di ciò si posson dare due
prove. La prima che si riferisce a ciò che si ha
premesso intorno la chimica: quando due
corpi agiscono chimicamente l'uno sull'al=
tro in maniera che risulti un vero compo=
sto non si trovano più le proprietà dei
singoli componenti palesi: ebbene nell'aria
troviamo noi scomparse le proprietà dei com=
ponenti? no noi vediamo ancora la facoltà
di mantenere la combustione, dovuta al

gas ossigeno, troviamo che tutto l'ossigeno resta
l'Azoto non atto a questa combustione; qual
differenza troviamo nel far bruciare un corpo
nell'aria di quello che nel solo ossigeno? noi
vediamo nel primo caso una lenta combu-
stione, nel secondo una combustione viva, pron-
ta, energica: poichè nell'aria è temperata l'a-
zione energica dell'ossigeno dall'Azoto,
giacchè in 100 parti di aria ne sono 89 d'Azoto e solo
11 d'Ossigeno: epperò nel fatto stesso, nel modo
cioè che l'aria mantiene ed alimenta la com-
bustione vediamo mantenuta la proprietà
dell'ossigeno, mancano quindi le proprie-
tà del composto chimico.
La 2. ragione la abbiamo nel fatto di quel-
l'aria che è sciolta nell'acqua; se noi met-
tiamo dell'acqua in un matraccio a ri-
scaldarsi vediamo che si sviluppa dalla
sua massa delle piccole bolle che non sono
vapor d'acqua, ma aria che non può
star sciolta nell'acqua: così pure se por-

tiamo un bicchier d'acqua in una stanza
in cui la temperatura sia più elevata di
quella dell'acqua, vedremo le pareti del bic-
chiere tappezzarsi di bollicine d'aria che pas-
sando in una temperatura più alta non
ha potuto rimaner sciolta„ Sappiamo che
i composti sono sempre in determinate pro-
porzioni quindi se ciò sta nella natura dei
composti, qualora l'aria fosse tale, raccoglien-
do quella sciolta nell'acqua e facendo l'ana-
lisi si dovrebbe trovarla nelle stesse propor-
zioni dell'aria atmosferica, invece noi vedia-
mo quella dell'acqua esser più ossigenata,
e ciò sta in relazione alle singole proprie-
tà dei due gas„ Tutti i corpi che sieno so-
lubili nell'acqua, non sciolgonsi nelle stes-
se proporzioni, così se prendiamo una stes-
sa quantità d'acqua lo zucchero è più
solubile del sale, e ciò che ha luogo per que-
sti due vale per altri corpi anche aerifor-
mi„ Quindi se l'acqua fosse un chi-

mio composto troveressimo Ossigeno ed Azoto nelle stesse proporzioni dell'aria sciolta nell'acqua, come in quella all'esterno. Questo è in causa appunto della differente solubilità. Epperò anche da questo argomento possiamo dire che l'aria è un semplice miscuglio.

Però ciò ha una grande importanza, perchè vediamo come l'aria che è sciolta nell'acqua sia pure atta alla respirazione.

L'acqua quindi appartenente ad uno dei 4 elementi appartiene pure ai corpi composti; per vedere se sia tale ci varremo del metodo attivissimo ed energico della corrente elettrica.

Una vaschetta contiene dell'acqua acidulata; due campanette ripiene della stessa acqua trovansi nel mezzo, e contengono due ~~lamine~~ lamine di platino in comunicazione coi due poli della pila ~~[illegible]~~.
Chiudendo il circuito le bollicine gassose

si rivolgono attraverso l'acqua, che si è acidulata per renderla buona conduttrice della corrente elettrica. Se i due fili fossero congiunti, la corrente passerebbe solo attraverso il metallo, ottimo conduttore; ma essendo disgiunti attraversa l'acqua e la decompone.

Ora in tutte le decomposizioni dei corpi operate dalla corrente, uno dei componenti si porta al polo positivo l'altro al negativo, e perchè le elettricità di nome contrario si attraggono, il primo elettro-negativo rispetto al secondo: così pure nella decomposizione dell'acqua un gas si porta al polo positivo ed è elettro-negativo, l'altro al polo negativo ed è elettro positivo. Il diverso stato fisico dei due componenti aeriformi e del composto liquido capace anche di consolidarsi è sufficiente prova che l'acqua è un composto chimico.

L'uno dei due componenti è l'ossige
no l'altro l'Idrogeno, combustibile che
abbruciando a contatto dell'aria forma
dell'acqua con l'ossigeno. L'ossigeno sem
bra occupare nelle campanelle un
volume uguale alla metà di quello dell'
Idrogeno anzi un po' meno della metà per
chè l'ossigeno è più solubile nell'ac
qua e perchè i due gas sono a pressioni
diverse essendochè sono diverse le colonne
d'acqua che vi hanno nelle campanelle.
Le indagini più accurate per l'ana
lisi quantitativa; date anche dal calcolo,
hanno provato che nell'acqua vi ha un
volume di gas ossigeno, ed un volume dop
pio, cioè due volumi di gas Idrogeno.

Codesti elementi che si combinarono per
la formazione di un composto, si com
binano non già in grandi masse, ma
nelle più minime particelle tra due
gas a volume uguale ed a uguale condi

zioni di temperatura, contengono
lo stesso numero di atomi, particelle
ultime chimicamente indivisibili, se=
condo la legge di Avogadro, in luogo di di=
re che un volume d'acqua consta di
due volumi d'Idrogeno ed uno d'ossigeno
potremo dire che la molecola d'acqua,
ultima particella divisibile consta di
due volumi d'Idrogeno ed uno d'ossigeno.

L'atomo dunque non è chimicamente
divisibile, lo è bensì la molecola che con=
sta di due o più atomi.

Quando si parla di chimiche combinazio=
ni e delle quantità dei corpi combinati,
si parla sempre di peso atomico. Questo
peso può determinarsi dai chimici in
diversi modi e con sufficiente esattezza.

P. es. quanto ai gas, in base alla legge
di Avogadro, il diverso peso di volumi ugua=
li di gas a uguali condizioni di tempe=
ratura e di pressione, non può dipende=

a' che dal peso diverso degli atomi;
perchè il numero delle molecole è
uguale in ambedue. Non essendo pos-
sibile determinare il peso assoluto,
perchè non si può pesare l'atomo,
si prese come unità di confronto
il peso atomico dell'Idrogeno che si
pose eguale ad 1. Per determinare
il peso dell'Oss. prendesi p. es. un
volume d'Oss. ed un volume eguale di
Idrog. e si trova che il peso del primo
è 16 volte maggiore dell'altro,
per cui se si indica con 1 il peso
dell'Idrogeno, quello dell'ossigeno
sarà espresso da 16: questi nu-
meri indicano appunto i pesi
atomici dei due gas. Si prese per
unità l'Idrogeno, essendo il gas il
più leggiero, per cui si ottengono
per gli altri corpi pesi atomici
espressi con numeri bassi.

Nei trattati di chimica meno recenti trovasi per unità il peso atomico dell'ossigeno, posto uguale a 100 per cui si ottengono, per cui si ottengono numeri molto elevati il cui calcolo è molto complicato.

I chimici ammettono l'indivisibilità degli atomi senza occuparsi della questione fisico-filosofica sulla ulteriore divisibilità della materia, e il combinarsi di questi atomi chimicamente indivisibili produce i composti chimici.

Di questa teoria della indivisibilità degli atomi, sono necessaria conseguenza le due leggi più importanti della chimica.

La legge delle proporzioni definite è così espressa:

Se due o più corpi si combinano chimicamente, essi si combinano sempre in proporzioni costanti di peso.

L'atomo essendo indivisibile, nelle combinazioni è la minima parte che si unisca chimicamente, percui ne risulta necessaria la legge suddetta. È pur necessaria conseguenza della stessa teoria la legge delle proporzioni multiple.

Infatti se abbiamo p. es un composto dato da due elementi come Solfo ed Ossigeno, per qualificarlo conviene determinare le proporzioni in cui sono combinati; perchè due corpi possono unirsi in diverse proporzioni e dar luogo a composti ben diversi, cosicchè ne ha origine la gran quantità di corpi composti che conosciamo sia formati in natura sia prodotti dal chimico. Queste diverse proporzioni non contradicono la legge delle proporzioni defi-

unite, ed obbediscono a quella delle
proporzioni multiple, perchè i
corpi si combinano sempre per
numeri interi e multipli gli uni
degli altri, dovendo esser per neces=
sità intero il numero degli atomi
indivisibili che si uniscono. In
un solo caso appare una contrad=
dizione alla legge suddetta, allorchè
cioè il chimico trovi la molecola
di un composto uguale a a 1½ b
essendo a e b i due elementi d'essa.
però tale contraddizione non è
che apparente perchè tale mole=
cola è evidentemente uguale nel tem=
po stesso a 2a e 3b. Pertanto
per aver determinato un composto
conviene conoscere il suo peso molecola=
re che non è che la somma dei pe=
si atomici dei componenti.

Simbolo chimico è un segno con cui

i chimici con modo abbreviato
indicano i varii corpi semplici,
in modo che vedendolo si riconosca
subito il corpo cui appartiene.
Si prese per simbolo la prima
e le due lettere prime del nome
latino, perciocchè la lingua
latina è generalmente nota.
Alcuni simboli anzi molti,
sono dedotti dai nomi italiani
e solo pochi sono tratti dal nome
latino. Se due corpi hanno comuni
le due prime lettere del loro nome
prendesi in luogo della seconda un'al-
tra lettera della seconda un'altra let-
tera del nome
Pei corpi composti si adoperano
i simboli riuniti dei corpi compo-
nenti, ed allora si ha per indicare
i corpi composti non più il simbo-
lo, ma la formula. P. es. il simbolo

risultando dall'unione del mercurio (Hg) allo solfo (S) ne avremo la formula unendo i simboli dei due componenti e sarà Hg.S.

Ma il chimico non legge in questa formula la sola qualità degli elementi, ma anche la quantità. Ogni simbolo non accompagnato da un segno numerico, indica un atomo del corpo, e però si ha che il cinabro consta di un atomo di mercurio ed uno di solfo. Essendo poi il peso atomico dei due corpi rispetto quello dell'idrogeno espresso dai numeri 200 pel mercurio e 32 per lo zolfo, ne avremo che il peso molecolare del cinabro sarà 232 e che per ottener del Cinabro senza residuo alcuno dei componenti, converrà unire 200 parti di mercurio e 32 di solfo. Siccome però due corpi possono combinarsi in diverse proporzioni,

dando origine ai corpi distinti con
diversi carattere questo si indica
nelle formule ponendo a destra
di ciascun simbolo il numero de-
gli atomi del corpo che entrano
nella combinazione, quand'esso
è ~~è~~ sia maggiore di 1, questo nume-
ro scrivesi a destra del simbolo, o
come esponente o come indice.
P. es. il ferro e l'ossigeno si combi-
nano in varie proporzioni; se
un atomo di ferro si unisce ad un
atomo d'ossigeno, si avrà il compo-
sto $Fe\,O$ (protossido di ferro); se si
hanno due atomi di ossi° uniti ad uno di
ferro la formula $Fe\,O_2$ (biossido di
ferro) il corpo poi che risulta dal-
l'unione di due atomi di ferro e
tre d'ossigeno avrà la formula
$Fe_2\,O_3$ (sesquiossido di ferro)
La formula dell'acqua sarà $H_2\,O$

Questi numeri atomici ~~pongonsi~~ pongonsi ~~H~~ come indici, perchè non hanno il valore degli esponenti algebrici.

Siccome non solo i corpi semplici si combinano per ~~forma~~ formare ~~il~~ diversi composti, ma anche i corpi composti si uniscono e formano combinazioni più complicate, così le due formule si separano con una virgola: la formula del corpo che risulta dalla combinazione dell'acqua col composto di un atomo di ferro con uno di ossigeno sarà (FeO, H_2O); al vedere questa formula noi comprendiamo che una molecola d'acqua si è unita ad una molecola del composto FeO. Qualche volta le due formule dei due corpi sono segnate distintamente e reagiscono l'uno sull'altro questo si vedrebbe nella formula ($FeO + H_2O$).

Quindi il segno più indica separazione, la virgola combinazione chimica di due corpi composti. Quando si combinano più molecole di un corpo, od una o più molecole di un composto diverso, ~~[illegible]~~ si indica il numero della molecola colla cifra posta a sinistra della formula p. es. $3\,FeO$, $2\,H_2O$.

Se innanzi alla formula prima si pone un solo numero indicante il numero delle molecole, esso si riferisce a tutte le formule, e a tutti i corpi che si combinano.

Benchè la nomenclatura dia una certa idea dei corpi composti e delle quantità rispettive dei singoli elementi, i chimici non [illegible] completamente, e le formule invece ci mostrano a colpo d'occhio la com-

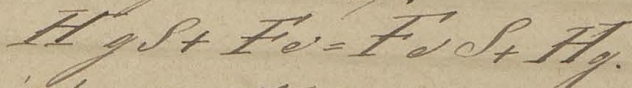
posizione d'un corpo. Sono poi spe-
cialmente utili nella chimica or-
ganica, ove le formule rappresen-
tano ~~le formule~~ la composizione
molto complessa delle molecole
dei corpi organici.

Ma il vantaggio principale con-
siste nell'esprimere quanto avvie-
ne nell'azione reciproca di due corpi
il cui risultato è una reazione chi-
mica, in questa reazione ha luogo
uno scambio di elementi; alcuni ato-
mi di un corpo passano in un al-
tro e sono sostituiti da altri atomi.

Queste reazioni sono descritte nel-
le formule, o meglio nelle equa-
zioni chimiche, in cui da una
parte sono unite col segno <u>più</u> le
formule dei corpi reagenti e dall'
altra quelle dei prodotti della reazio-
ne; per cui si ha quasi la storia del

la reazione: P. es. se si mescola
del cinabro in polvere colla limatu=
ra di ferro, e si riscalda il miscuglio;
il ferro avendo maggior forza di affi=
nità verso il zolfo che il mercurio
si unisce al primo formando
un composto di solfo e ferro, e la=
scia libero il mercurio.

È necessario altresì determina=
re che un atomo di solfo con uno
di mercurio, forma una molecola
di cinabro; nella reazione un atomo
di ferro si sostituisce all'atomo di
mercurio che resta in libertà.
Questa reazione si esprime in una
semplice formola.

$$HgS + Fe = FeS + Hg.$$

Convien premettere alle successive nozio=
ni generali la conoscenza di alcuni
cose importanti per sè, e relativa=
mente per la rimanente materia.

Uno di questi è l' **Idrogeno**.

corpo ~~ae~~ aeriforme che nei suoi caratteri esterni non presenta differenza dall'aria; è incoloro ~~[illegible]~~ inodoro per sè, permanente esso pure, cioè che non muta il suo stato fisico nè sottoposto ad un abbassamento rimarchevole di temperatura, nè ad una energica pressione. Uno dei suoi caratteri rimarchevoli è l'accendersi quando si avvicina un cerino al cannello affilato da cui si sviluppa il gas, dopo circa effervescenza, attraverso il liquido ove avviene la reazione.

Brucia con una fiamma poco luminosa, ed il prodotto della combustione è l'acqua, perchè la combustione non è che un'azione chimica che avviene ~~[illegible]~~ al contatto dell'Ossigeno dell'Aria. Se poniamo ~~[illegible]~~ ~~[illegible]~~ sulla fiamma una campana

di vetro, [illegible], essa si
tappezza di goccie di vapor acqueo
condensato. L'Idrogeno si accen-
de altresì al contatto di un cor-
po poroso, come la spugna di
platino che non è se non platino
no metallico ridotto con mezzi mec-
canici a grande attenuazione.

Questa spugna esposta ad un
getto d'Idrogeno diviene incandescente
e si arroventa con tal calo-
re da produrre l'accensione del gas;
tale fenomeno credesi dovuto al
condensamento dell'Idrogeno nei
pori della spugna. Si tentò perfino
una applicazione negli accendi-
lumi a spugna di platino.

La fiamma dell'Idrogeno ha
una potenza calorifica maggio-
re di tutte le altre provenienti
da qualsiasi altro corpo

combustibile, e la intensità del calore resta quando arde nell'ossigeno puro e senza la presenza dell'azoto che ne tempera l'energia. Tale calore basta a fondere corpi che avevano resistito, come il platino che resistette alle più possenti fornaci; ma non alla fiamma unita del gas idrogeno ed ossigeno uniti.

L'idrogeno è il corpo più leggiero di tutti e perciò fu scelto come unità di confronto per i pesi atomici, esso pesa 14 1/2 meno dell'aria. Su questa sua leggierezza è appoggiato il principio dei palloni aereostatici nei tempi addietro, ora è più economico il riempire i palloni di gas illuminante più denso dell'idrogeno; ma più leggiero assai dell'aria.

Se il gas entro il vaso in cui si sviluppa fosse mescolato all'aria

ed all' Ossigeno puro, e lo si accendes-
se, tutta la massa brucierebbe istan-
taneamente con una forte esplosione.
Si avrebbe un miscuglio detonante,
ed in esso due volumi d'Idrogeno si
unirebbe ad uno di Ossigeno; e se vi
fosse maggior quantità dell'uno o
dell'altro gas si avrebbe un residuo,
che renderebbe meno energica la chimi-
ca azione. Per evitare tale pericolo di
scoppio, volendo osservare il fenomeno
basta far attraversare dall'acqua
saponata da una corrente unita
d'Idrogeno ed Ossigeno ed avvicinare
alle bolle che si formano, un cerì-
no acceso. Al contatto di questo i
due gas mescolati si uniscono istan-
taneamente, si forma del vapore
acqueo ad una grande tensione ed
elevatissima temperatura, quindi
molto dilatato, il quale in contra-

da un ambiente assai più freddo si condensa, l'aria si precipita nel vuoto da esso lasciato producendo una forte detonazione.

Se adunque si vuol accendere il gas al suo uscire dalla bottiglia ove si sviluppa, conviene lasciare uscire tutta l'aria, altrimenti tutto il miscuglio prenderebbe fuoco, e la grande tensione del vapor acqueo romperebbe le pareti del recipiente ove si trovasse.

Questa esperienza conferma evidentemente che l'acqua è un composto chimico di Ossigeno ed Idrogeno nelle proporzioni già indicate.

L'Idrogeno non si trova libero in natura; ma se ne hanno molti composti, come l'acqua e tutte le sostanze organiche, per ottenerlo conviene isolarlo con azioni speciali secon-

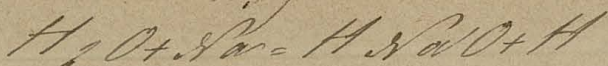
do i diversi corpi in cui trovasi
combinato. La corrente elettrica
non è la via la più economica
per ottenerlo dall'acqua ma lo si
può isolare con alcuni metalli dei
quali gli uni operano la decompo-
sizione di essa al semplice suo
contatto e all'ordinaria tempe-
ratura, altri dopo un forte riscal-
damento. Questi e quelli poi si
uniscono all'ossigeno e danno ori-
gine a prodotti speciali, composti
d'ossigeno e del metallo rendendo li-
bero l'idrogeno.

I metalli che decompongono l'ac-
qua all'ordinaria temperatura
sono il potassio, il sodio, ed altri assai
più rari e costosi, come il cesio, il
rubidio, il sodio. Il sodio è un metal-
lo lucente come l'argento, ma al-
tresì facile ad ossidarsi combinandosi

con l'ossig. e ricoprendosi d'una crosta
opaca; per conservarlo si tiene sot-
to il petrolio, che non contiene ossi-
geno, essendo il risultato dalla unio-
ne di più carboni e d'idrogeno. Subi-
sce però anche in tal caso una leg-
giera ossidazione superficiale, per-
chè il petrolio al contatto dell'aria
ne scioglie una piccola parte dell'os-
sig. di questa si combina col sodio;
conviene affinchè esso non venga al
contatto dell'aria, prender una va-
schetta piena di mercurio capovol-
gendovi una campanetta, ripiena
in parte di mercurio e di un po' di
acqua alla parte superiore. Poichè
il sodio è più leggiero non solo del
mercurio ma anche dell'acqua se
ne ponga un pezzo sotto la bocca della
campanetta, esso salirà fino all'ac-
qua e la decomporrà; ma bisogna

avviluppandolo in un cartolo di carta perchè esso si amalgama assai facilmente col mercurio, e può la carta non bagnata dal mercurio impedisce l'amalgama e si svolge poi facilmente bagnata dall'acqua.

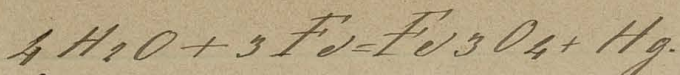
Allora il metallo si unisce al l'ossig. ed a una parte d'Idrog. e il composto si scioglie nell'acqua rimanente, perciò non si ha che uno svolgimento parziale d'Idrogeno libero. In tale azione chimica una molecola d'acqua H_2O è attaccata da un atomo di sodio Na, il quale va a sostituire un atomo di Idrog. H che resta libero, mentre l'altro atomo si unisce al sodio ed allo atomo di ossigeno formando un composto $HNaO$, noto in commercio col nome di soda, e solubilissimo nell'acqua. L'equazione chimica è la seguente:

$H_2O + Na = HNaO + H$

Per avere maggior quantità di Idrogeno si ricorre ad un metodo più lungo ed imbarazzante, ma che dà Idrogeno puro, si ricorre cioè alla decomposizione dell'acqua per mezzo del ferro. Il ferro però non la decompone all'ordinaria temperatura se non con una azione lentissima, perciò conviene portarlo al calore rovente e farlo attraversare da una corrente di vapore acqueo.

Si prende una canna di porcellana e la si riempie di filo ~~ferro~~ ravvolto a spira, si chiude in un fornello quadrilungo tale che si possa circondare d'ogni parte di carboni; ad un capo un cannello ricurvo si pone in comunicazione con un matraccio contenente dell'acqua, e nel cui turacciolo esso entra; dall'altra vi ha un tubo adduttore, e

tubo di sviluppo del gas che serve all'uscita di esso, e a condurlo al bagno idropneumatico in qualsivoglia boccetta.

Si circonda la canna di carboni e quando il fuoco è bollente si fa bollire l'acqua: il vapore sfugge, penetra nella canna e decomposto dal ferro che se ne assimila l'ossigeno formando un composto che rimane nella canna, l'Idrogeno si svolge purissimo perchè il vapore d'acqua non contiene alcuna delle impurità che trovansi nel liquido. In questo caso 4 molecole d'acqua, $4 H_2O$ si combinano a tre molecole di ferro $3 Fe$, il ferro leverà tutto l'Idrog. dell'acqua vi si sostituisce e forma un composto Fe_3O_4 che si chiama ossido magnetico di ferro, ne risulta l'equazione.

$4H_2O + 3Fe = Fe_3O_4 + H_8$

Il metodo ordinario generalmente adottato, quando non si richiegga l'Idrogeno purissimo, si è quello di ottenerlo non dall'acqua, ma dall'acido solforico od olio di vetriolo (H_2SO_4) facendo agire sopra di esso un metallo come il ferro, lo zinco.

Si preferisce ordinariamente lo zinco perchè essendo in commercio suol essere più puro, e non si formano composti aeriformi che si mescoli all'Idrogeno ma non si può adoperarlo in masse aggregate come lo si trova generalmente in commercio, e per ridurlo in piccoli pezzetti che presentano una superficie più estesa, per ridurlo a zinco granulato, lo si fonde, e lo si versa a filo nell'acqua si che raffreddi repentinamente.

Si prende una bottiglia di vetro, il cui turacciolo sia attraversato da due tubi, dei quali l'uno serve da tubo di sviluppo

l'altro che termina ad imbuto e vada a terminare alla fine del vaso, e serve per versarvi l'acido senza che possa rientrarvi l'aria. Si pone nella bottiglia lo zinco dell'acqua che lo ricopra e [illegible] si versa l'acido. Succede immediatamente la reazione; lo zinco scaccia l'idrogeno dell'acido e vi si sostituisce, il gas si svolge attraverso il liquido con viva effervescenza e sfugge pel tubo di sviluppo. Ecco l'equazione chimica che dimostra come un atomo di zinco unendosi ad una molecola di acido ne scacci i due d'idrogeno che restano liberi.

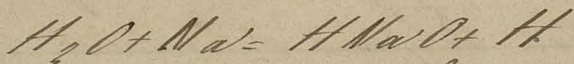
$$H_2SO_4 + Zn = ZnSO_4 + H_2$$

Questo corpo $ZnSO_4$ dicesi solfato di zinco, o vetriolo bianco, ed è un sale solubilissimo nell'acqua, per cui si deve allungar l'acido perchè esso non agisce se è troppo concentrato e il solfato di zinco se non trova acqua che lo sciolga, rende più densa la soluzione, si depone sul metallo, lo incrosta ed impe-

lisce la reazione. Quando poi la soluzione è satura non basta aggiungervi del nuovo acido, ma anche dell'altra acqua e rinnovare la soluzione.

Prendiamo a considerare la prima e l'ultima di queste equazioni chimiche che abbiamo trovate

$$H_2O + Na = HNaO + H$$

$$H_2SO_4 + Zn = ZnSO_4 \; H_2$$

Nella prima è rappresentata l'azione di 1 atomo di sodio su una molecola d'acqua; nella seconda quella di 1 atomo di zinco su una molecola d'acido solforico. Ma mentre vediamo che un atomo di sodio sostituisce un solo atomo d'idrogeno, e lo lascia libero, l'atomo di zinco ne lascia liberi tutti e due.

Non potrebbe dirsi pertanto che l'atomo di zinco e quello di sodio hanno lo stesso valore rappresentati dall'idrogeno, ed è ad esso equivalente, mentre l'atomo di zinco è equivalente a due atomi di idrogeno. Simile fatto si può

riconosciuto in altre reazioni chimiche come in quella espressa dalla seguente equazione $2HNO_3 + Zn = Zn(NO_3)_2 + H_2$

L'acido nitrico od azotico la cui formula è HNO_3 non contiene che un atomo di Idrogeno perciò fa duopo prendere due molecole quando voglia unirsi allo Zinco per formare il nitrato di zinco e l'asciare libero l'Idrogeno, e questo per avere i due atomi d'Idrogeno che lo Zinco sostituisce.

Questo fatto si chiamò da prima atomicità ed ora si dice valenza degli elementi.

Anche per la valenza si porta come pei pesi atomici l'Idrogeno per unità di confronto, perciò si diranno monovalenti quei corpi che hanno la valenza uguale a quella di un atomo di Idrogeno come il Cloro, il Iodio, l'Argento, Sodio. Bivalenti quelli che equivalgono a due atomi d'Ossigeno, il Cobalto, ferro Piombo Mercurio Rame Solfo Zinco ec. Abbiamo poi corpi trivalenti come l'Azoto, il fosforo

l'oro, l'arsenico; tetravalenti come il carbonio il platino, lo stagno; pentavalenti come Niobio e Tantalio; e perfino di sei valenze come il Molibdeno.

Le valenze dei corpi si distinguono ponendo una, due, tre lineette a destra ed in alto dei corpi semplici p. es. $H' Cl' Na'$ – $Az''' Ph''' Au'''$ – $Nb^{v} Ta^{v}$

$O'' Fe'' Zn'' Hg''$ $C^{IV} Pt^{IV}$ Mo^{6}

L'atomicità o valenza dei corpi semplici rappresenta dunque il valore chimico di un atomo di essi rappresentato ad un atomo d'Idrogeno. Si vede pertanto che il simbolo C^{IV} rappresenta un corpo capace di sostituirsi a quattro atomi d'Idrogeno, e che non si sostituisce se ne trova meno, e se ne trova più, li lascia in libertà. Questo fatto è molto importante perchè spiega la capacità dei corpi di legarsi ad un numero maggiore o minore di altri corpi, secondo il grado di valenza loro propria. Supponiamo p. es. di avere un atomo d'Ossigeno ed indichiamone le due valenze in questo modo O= Esso per essere saturato, ha bisogno di due atomi di un corpo

monovalente come l'Idrogeno, per cui se si avesse un composto di un atomo di Ossigeno ed uno di Idrogeno $O =^{H}$, non sarebbe saturata che una sola valenza, e l'altra libera potrebbe unirsi ad un altro atomo; e solo allora sarebbe satura che si avesse un composto di due atomi di Idrogeno con uno di Ossigeno $O=^{H}_{H}$ (acqua) ne potrebbe combinarsi ad altri corpi. Noi abbiamo il carbonio quadrivalente $C\equiv$ un atomo di Idrogeno non saturerà che una delle valenze del carbonio $C\equiv^{H}$; ed ogni atomo che si aggiunga ne saturerà una di più: ecco spiegato come il gran numero di composti risulti appunto dalle valenze. Solo composto saturo di Carbonio ed Idrogeno sarà CH_4, in cui quattro atomi di Idrogeno saturano le quattro valenze del Carbonio, ma si possono avere molti carbonii di Idrogeno secondo il numero delle valenze saturate, o secondo quello degli atomi che si unirà che possono saturare a vicenda una delle loro valenze, mentre le altre si

combinano coll'Idrogeno e ad altri corpi.

Consideriamo un corpo bivalente come l'Ossi-
geno, un atomo di questo equivalendo a due ato-
mi di Idrogeno saturerà due valenze di Carbonio.
e si avrà un composto non saturo CO che sarà
un radicale bivalente perchè ha due valenze libe-
re $C \equiv o$, CO è la formula dell'ossido di Carbo-
nio, gas combustibile capace ancora di combinarsi al-
l'ossigeno, di assimilarsene un altro atomo, il
quale saturando le altre due valenze libere, formi
un composto saturo CO_2 anidride carbonica.

Ma colle quattro valenze del Carbonio più di due
atomi d'Ossigeno non è possibile che si uniscano
perchè esse sono tutte saturate $C \equiv \overset{o}{o}$.

Il ferro presenta un caso particolare: i suoi
composti si distinguono in ferrosi e ferrici; i
ferrosi hanno un radicale bivalente che consta di
un solo atomo Fe''; i ferrici hanno invece
un radicale di 6 valenze, composto di due ato-
mi Fe_2^{VI} per cui: Fe_3 risulta dall'unione di
Fe ed Fe_2^{VI} (Fe, Fe_2), ha bisogno di 8 ato-

mi d'Idrogeno per saturarsi, ed infatti sostituire H 8 ~~di 8 atomi d'Idrogeno per saturarsi~~, nella formula della composizione dell'acqua mediante il ferro rovente.

Fino a questo punto noi abbiamo considerato la parola equivalente, come indicante due corpi lo stesso valore chimico, e sono perciò equivalenti tra loro tutti i corpi che hanno un egual numero di valenze; mentre i corpi polivalenti, sono equivalenti a gruppi di due o più atomi di corpi monovalenti.

In passato chiamavasi equivalente chimico quella quantità in peso di un corpo che si combinava ad un dato peso d'Idrogeno, e si adopra ancora in questo senso dai chimici, che non hanno adottato la più moderna teoria delle valenze.

La differenza fra i due sensi di questa parola dipende dal differente punto di vista, perchè in antico per determinare la quantità in peso d'un corpo, che si combinava con un

altro, si ricorreva alle bilancie. ora invece si ricorre a considerazioni teoriche, alla legge di Avogadro, ai calori specifici ed altro.

P. es. Nella decomposizione dell'acqua in Idrogene ed Ossigeno se si ricerca il peso dell'Ossigeno unito all'Idrogeno e si prende per unità il volume d'Idrogeno, si trova confrontando volumi a volumi, che l'equivalente dell'Ossigeno è 8 e non 16 perchè lo si confronta ad un peso doppio d'Idrogeno. Invece con la legge d'Avogadro si trovano in una molecola d'acqua a due atomi d'Idrogeno ed uno d'Ossigeno.

Ammettendo la teoria degli equivalenti ponderali mutano le formule almeno in apparenza e la formula p. es. dell'acqua divine HO, essendo unito un equivalente di Ossigeno ad uno di Idrogeno, esso però corrisponde in realtà alla formula H_2O, essendo che nella prima O rappresenta 8 ed H, mentre nella seconda O rappresenta 16, ma noi abbiamo anche H_2 per cui si ha 8:16::1:2

Volendo passare dalla formula per equivalenti

chimici a quella per atomi, poichè O indi
ca nella prima 8 (HO), e nella seconda deve
indicare 16 (H_2O), basterà sostituire H_2 ad
H. Così nel caso contrario poichè nella formu
la per atomi O indica 16, mentre in quel
la per equivalenti dee indicare 8 bisognerà
in luogo di H_2 scrivere solo H.

Ed considerazioni non meno importan
ti di queste apre l'adito la conoscenza del gas
Ossigeno.

Nemmeno l'ossigeno nei suoi caratteri
esterni differisce dall'aria, è incoloro, inodo
ro, insipido permanente non muta stato
sotto qualsiasi pressione, ha un peso ato
mico di 16, mentre il suo equivalente chi
mico è di 8, un peso specifico di 1,1056
rispetto all'aria, per cui pesa a parità di
condizioni più dell'aria, ed è chiaro perciò
che l'azoto altro componente del misu
glio aereo dee pesar meno dell'aria stessa.

L'Ossigeno è solubile nell'acqua e per

ciò l'aria sciolta nell'acqua è più ossigena-
ta dell'aria atmosferica.

La proprietà più rilevante di questo gas
si è di alimentare la combustione; esso è il cor-
po comburente per eccellenza, e la vivezza delle com-
bustioni nell'Ossigeno puro si potrà facil-
mente comprendere quando si rifletta alle ener-
giche combustioni che avvengono nell'aria atmo-
sfera in cui pure il volume dell'Ossigeno non
è che un quinto 1/5 del volume totale, ed è tem-
perato da un volume 4 volte maggiore di azo-
to. Inoltre la aspirazione degli animali è
molto più violenta nell'Ossigeno che nell'aria,
anzi la soverchia energia di vita, li trae do-
po breve tempo a morte per la lesione degli
organi di aspirazione.

A mostrare l'energia delle combustioni nello
Ossigeno servono parecchie esperienze: accendendo un
bastoncello di legno nell'aria ed immergendolo in
un vaso pieno d'ossigeno, dopo averlo spento in
modo che rimanga accesa una piccola bragia,

esso si riaccende e brucia con fiamma più viva.

Se si immerge un cerino appena spento, la cera ne vola rapidamente, un pezzo di carbone che abbia un principio di ignizione, brucia più prestamente che non nell'aria, il fosforo che nell'aria brucia con sufficiente energia, nel gas ossigeno puro produce una luce così viva da dar molestia all'occhio. Nello ossigeno possono bruciare anche corpi che non bruciano nell'aria aperta p. es. se si prende un sottil filo di ferro ed una molla d'orologio e fissata ad un turacciolo vi si attacca un pezzo d'esca, e datovi fuoco si immerge il tutto in un'atmosfera di puro ossigeno vedremo il ferro in breve accendersi, lanciare globuli candenti d'ogni intorno, i quali fondono il vetro e vi si internano e possono rompere la bottiglia se uno strato d'acqua non ne protegga il fondo.

Così se alimentiamo una fiammella con una corrente di gas ossigeno si ha una temperatura

così alta da fondere istantaneamente il ferro.

La combustione quale avviene nell'aria, e tanto più nell'Ossigeno, non è che un'azione chimica, una combinazione del corpo bruciante coll'ossigeno, e la viva luce e l'elevato calore che si producono non sono che le conseguenze di tale azione.

P. es. brucia il ferro rapidamente nello Ossigeno puro perchè il calore sviluppato dall'esca è tale che esso si accende; ma all'aria umida si sviluppa lentamente senza sviluppo di luce e calore e forma la ruggine.

Si distinguono pertanto le combustioni in vive e lente secondo lo sviluppo di calore e di luce più o meno vivace.

Il prodotto di tale combustione è una combinazione dell'Ossigeno col corpo combustente e coi diversi elementi di cui esso si compone per cui dopo la combustione il corpo sarà cresciuto di peso per l'Ossigeno che vi si è unito.

Nella combustione del carbone noi non vedia=

no formarsi alcun corpo nuovo, il car-
bone si consumasse, e poichè non è possibile
che si distrugga, deduremo da ciò che ta-
le combustione da origine ad un corpo ae-
riforme. Invece il fosforo bruciando produce
un corpo bianco, candido, fioccoso che se avvi
nel vaso un po' d'acqua si scioglie.

Tali prodotti della combustione diconsi ossidi
che si distinguono in ossidi propriamente
detti, ed acidi.

Il Carbone ed il fosforo bruciando danno origi-
ne a due acidi perchè, se nei due vasi si versa
un po' di tintura di tornasole soluzione di
una sostanza vegetale azzurra nell'acqua
si osserva un fenomeno che costituisce un
carattere importante di molti acidi (ma
non di tutti come erroneamente si crede),
cioè la tintura stessa assume un colore
rosso vinoso sotto l'azione dell'acido carbo-
nico; assai più vivo sotto quella dell'acido
fosforico.

Nella combustione del ferro formasi invece un ossido solido polverulento, che sta sospeso nell'acqua e non arrossa la tintura di tornasole, questo ossido è la ruggine.

Per ottener puro l'ossigeno necessario a questi esperimenti, per quali altro bisogno, conviene ricorrere alle materie che lo contengono perchè esso non si trova in natura perfettamente libero. L'aria e l'acqua son due composti molto abbondanti a cui però non si potrebbe ricorrere in ogni caso per avere questo gas libero allo stato puro; conviene trovare corpi composti speciali, giacchè non vi sarebbe per es. alcuna sostanza che togliesse l'azoto all'aria.

Alcuni ossidi in cui l'ossigeno è unito a qualche metallo si prestano facilmente a perdere quella quantità di questo gas che contengono; uno di questi è p. es. il precipitato rosso di mercurio; corpo solido di color rosso, composto di un atomo di ossigeno ed uno di mercurio.

Questo corpo riscaldato in una storta, seu-

do la quantità ad una temperatura non molto elevata perde tutto il suo Ossigeno e lascia libero il mercurio secondo l'equazione seguente

$$HgO = Hg + O$$

Il biossido di Manganese abbandona pure una parte del suo Ossigeno sotto l'azione del calore, ma richiede una temperatura molto elevata, cui non resiste il vetro, e però in tal caso si adoperano recipienti di ferro o di gres. L'equazione di tale reazione è

$$3 MnO_2 = Mn_3 O_4 + O_2$$

Questo stesso corpo però può dare una maggiore quantità di Ossigeno ad una temperatura più bassa, quando sia unito ad un forte reagente chimico come l'acido solforico. Abbiamo in tal caso

$$2 MnO_2 + 2 H_2SO_4 = 2 MnSO_4 + O_2$$

Il corpo cui si ricorre ordinariamente nei laboratorii per ottenere l'Ossigeno è il Clorato di Potassa, sale di color bianco composto di un atomo di Cloro, uno di potassio e tre d'ossi-

geno. Questo processo è il più economico, dà la maggior quantità di gas (una quantità è molto maggiore di quella data dall'ossido di mercurio) e s'adopera un corpo che ha poco valore. Questo sale ridotto in polvere ed esposto al calore in una storta, si decompone, tutto l'ossigeno sfugge e resta nella storta un composto di cloro e potassio senza ossigeno che si dice cloruro di potassio senza ossigeno ed ha la formula KCl; il gas si raccoglie poi in un gazometro od in una col bagno idropneumatico; esso si sviluppa con viva effervescenza attraverso il clorato fuso.

Il cloruro che rimane si solidifica rapidamente, e contraendosi potrebbe rompere la storta se non si agitasse mentre si rappiglia.

Per ottenere uno sviluppo regolare di gas, ed anche per evitare la formazione del perclorato di potassio per l'unione di una parte del sale coll'ossigeno allo stato nascente e che è più difficile a separarsi dal gas, si pone il

sale mescolato ad un peso eguale di biossido
di Manganese, il clorato si fonde, ma si
disperde attraverso la massa dell'ossido che
a tal bassa temperatura non si fonde, e
si ha un tranquillo sviluppo di gas. L'equa-
zione è questa: $KClO_3 = KCl + O_3$

Allorchè si tratti di grandi masse di gas
si ricorre ai gasometri in luogo delle campane
e si adoperano come serbatojo del gas e come
bagno idropneumatico per riempierne altri
recipienti. I primi gasometri erano incomo-
di; quelli che ora si adoperano constano di
un cilindro d'ottone chiuso ed una vaschetta
d'ottone aperta e posta al disopra: essa è
sostenuta da tre colonne e comunica col cilin-
dro chiuso per mezzo di due tubi a rubinetto,
uno centrale che termina alla parte supe-
riore del cilindro chiuso, l'altro laterale che
lo attraversa e va quasi al fondo. All'ester-
no havvi un tubo di livello che comunica
sì in alto che al basso col gasometro, e dall'al-

tro lato in basso un collo che si può chiudere con un tappo. Per riempire il gasometro d'un gas conviene prima riempirlo d'acqua, e perciò si aprono i due tubi superiori e si tiene chiuso l'inferiore; l'acqua scende pel tubo laterale, l'aria esce pel centrale attraverso l'acqua.
Quando il tubo di livello mostra che il gasometro è pieno d'acqua, e mostra che una parte avvene anche nella vaschetta, chiudonsi i rubinetti superiori e si apre l'inferiore, l'acqua non uscirà perchè vi si oppone la pressione atmosferica.
Introducendo allora pel collo inferiore l'estremità del tubo adduttore del gas, esso si porta alla parte superiore, discaccia l'acqua, e quando il gasometro è quasi pieno si chiude il collo e si conserva il Gasometro quando si vuole. Per riempire poi qualche recipiente, lo si empie d'acqua, lo si capovolge nella vaschetta in modo da chiudere il tubo centrale, e s'aprono i due rubinet

te superiori; allora l'acqua la quale dee sempre trovarsi in copia nella vaschetta superiore scende pel tubo laterale e costrin-ge il gas a sfuggire pel tubo centrale. Vi ha poi anche un tubo laterale munito di ru-binetto che serve ad ottenere una corrente con-tinua di gas.

Abbiamo già detto che l'ossigeno nella combustione dà origine a prodotti partico-lari che diconsi ossidi, e che le combustioni distinguonsi in lente e vive, secondo che avvengono o no con apparato di luce e calo-rico. La respirazione animale non è che una combustione; all'atto dell'ispira-zione si introduce l'aria e si espira poi Azoto ed Acido carbonico, l'azoto trovasi nel-l'aria, l'acido carbonico proviene dalla com-bustione dell'eccesso di carbonio che si trova nel sangue venoso coll'ossigeno inspirato coll'aria atmosferica.

La diffusione dell'ossigeno nei corpi com-

posti rende necessario che si espongano a questo punto le regole per la nomenclatura dei corpi stessi, regole stabilite dai chimici per poter fissare il nome dei varii corpi quando se ne abbia riconosciuta la composizione.

I corpi semplici noti al tempo di Lavoisier quand'egli sollevò la chimica al grado di scienza e stabilì tali regole, conservarono i loro nomi; quelli scoperti in appresso mediante la pila, l'analisi spettrale, ed altri mezzi di recente invenzione, ricevettero i nomi da voci greche e latine che ne indicavano le principali proprietà.

La nomenclatura pertanto non può dar regola che per la denominazione di corpi composti, prima che Lavoisier portasse la chimica al grado di vera scienza, non conoscendosi l'ossigeno, non avendosi alcuna idea di ossidazione, nè della vera natura dei corpi composti, questi ricevettero dei nomi composti si presi a capriccio.

Ai nostri giorni conoscendosi gli elementi costitutivi dei varii composti, e le relazioni loro tra di essi, si poterono raggruppare in ben distinte famiglie e dare a ciascuna nome diversi.

Anzi tutto i corpi composti si dividono in composti binarii ternarii quadernarii.

Diconsi binarii quelli che contengono due soli corpi semplici diversi. p. es. il cinabro ternarii quelli che ne contengono tre come l'acido solforico, e quaternarii quelli che ne hanno quattro. Di rado si trovano composti che contengono più di quattro elementi.

Colla voce generica Ossido s'indica la combinazione binaria di un elemento con l'ossigeno. Diremo quindi ossido è il corpo aeriforme che si produce nella combustione del carbone, e la ruggine che si forma nella combustione viva del ferro con l'ossigeno puro.

Tutti i corpi compresi nel gruppo degli ossidi hanno un elemento comune l'ossigeno, il

quale se alle diverse proporzioni ha pure una differente influenza, non ha un influenza speziale mentre la varietà dei caratteri speziali, radicali degli ossidi, dipende quindi dall'elemento che caratterizza il composto e che se ne considera la radice. Questo elemento si denomina radicale dell'ossido. Questo nome generico di <u>ossido</u> abbraccia un gran numero di specie per distinguere le quali basta adoprare il nome specifico del radicale posto al genetivo, per cui si avrà l'ossido di ferro, l'ossido di rame ect.

Ma i corpi sono capaci di combinarsi in proporzioni diverse e multiple le une delle altre dando origine a corpi affatto distinti che pur risultando dagli stessi elementi hanno per le diverse loro proporzioni particolari caratteri.

Quei corpi pertanto che si combinano all'ossigeno in diverse proprietà formano una serie di ossidi. La regola di nomenclatura vale solo per quegli ossidi che derivano da corpi che

che nella loro combustione con l'ossigeno producono un ossido solo.

Quando un corpo dà origine a diversi ossidi, conviene per qualificarli porre mente al loro grado di ossigenazione. L'ossido che contiene minor quantità d'ossigeno dicesi protossido, o primo (πρωτος) ossido, l'ossido che viene al secondo di ossigeno si dirà deutossido o secondo (δευτερος) ossido.

Con questi termini non si ha alcun dato sulle proporzioni rispettive dei due elementi. Si sa solo quando si nomina il protossido che esiste un ossido più ossigenato, e quando si dice deutossido vi ha un altro ossido meno ossigenato. I tentativi fatti per indicare le quantità diverse degli elementi, quando si nomina il composto, riuscirono a vuoto perchè condussero a nomenclature molto complicate. Però si mantennero tre termini particolari; si chiama perossido quell'ossido che contiene maggior quan-

tità d'ossigeno dagli altri e sta sopra (ὑπέρ, per) tutti gli altri.

Si chiama poi biossido, il deutossido che contiene una quantità doppia della quantità d'ossigeno che si trova nel protossido. In fine dicesi sesquiossido quel composto che contiene una quantità d'ossigeno che sta con quella del protossido come 1½ sta ad 1.

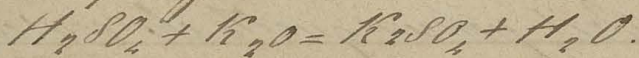
Gli ossidi si dividono poi in alcune categorie secondo il loro modo di comportarsi verso altri corpi. Chiamansi indifferenti quegli ossidi che non hanno reazione alcuna sugli acidi; e se pur l'hanno ciò accade perchè si modificano nello atto stesso e questi si suddividono in parecchi ordini. Chiamansi _basici_ quegli ossidi che hanno la proprietà di reagire sugli acidi in modo da formare dati composti che diconsi sali. Diconsi _alcalini_ gli ossidi basici che sono solubili nell'acqua, ed hanno reazione alcalina, vale a dire hanno la facoltà di far mutar colore a date sostanze vegetali; di inver-

dire la tintura di viole, e di ricondurre al l'azzurro la tintura di tornasole arrossata dagli acidi. Gli ossidi alcalini od alcali sono i più energici di tutti e fra i basici hanno la maggior forza chimica sugli acidi.

Chiamansi acidi i corpi composti che messi a contatto con un ossido basico scambiano tutto o porta del loro Idrogeno col radicale dell'ossido, dando nello stesso tempo origine ad acqua.

Quando si ha dunque un corpo composto che presenti questa reazione lo si dirà un acido. A spiegare questa definizione consideriamo p. es. l'acido nitrico la cui formula è HNO_3, e poniamolo a contatto con una delle basi più energiche, l'ossido idrato di potassio o potassa KHO. Il radicale potassio dell'ossido andrà a sostituire l'Idrogeno dell'acido, dando origine ad un corpo KNO_3 che sarà un sale di potassio: l'Idrogeno che si sviluppa si uni=

sce agli elementi rimasti liberi dall'ossido per formare una molecola d'acqua H_2O se invece poniamo l'acido solforico a contatto dell'ossido anidro di potassio K_2O, si ha:

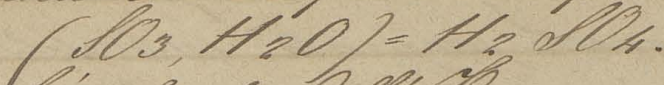
$$H_2SO_4 + K_2O = K_2SO_4 + H_2O.$$

per la sostituzione del radicale K_2 all'idrogeno dell'acido solforico.

Sono dunque caratteri essenziali dell'acido di contenere idrogeno e di dare origine, quando è posto a contatto con un ossido basico, ad un sale e ad acqua. La definizione che volgarmente si dà degli acidi è inesatta, perchè dicendo: sono acidi quei corpi che hanno reazione acida ed arrossano la tintura di tornasole, non si comprendono tutti gli acidi, dei quali alcuni non hanno questa proprietà, nè si escludono tutti i corpi che non sono acidi, nel senso odierno della parola, perchè anche alcuni sali hanno reazione acida.

Chiamansi anidridi quei composti che venendo a contatto coll'acqua ne fissano una

una molecola e passano allo stato di aci=
di. Ad ogni acido corrisponde quindi un'
anidride, ad ogni anidride un acido.

In passato le anidridi chiamavan=
si acidi anidri, per cui quello che ora co=
nosciamo per acido solforico, si disse un
tempo acido solforico idrato, ed acido ani=
dro, la anidride solforica. L'anidride fu
così chiamata per la mancanza di ac=
qua, ma per l'assenza dell'Idrogeno
non potrà mai esser considerata e deno=
minata un acido; perchè solo a contat=
to dell'acqua diviene idrata, ed assume
i caratteri di vero acido. P. es. l'anidride
solforica è SO_3 per cui si potrebbe porre:

$$(SO_3, H_2O) = H_2SO_4.$$

L'assenza dell'Idrogeno infatti pri=
va l'anidride di tutte le proprietà dell'aci=
do; essa venendo a contatto colle basi non forma
delle , non ha azione sulla tintura
di tornasole. Sarebbe dunque un vero contras=

tenzo adoperare tal voce per questi composti che mancano della condizione senza la quale non vi può esser acido, e per tale mancanza si dissero anidridi.

Ognuna poi di queste anidridi fissando una molecola d'acqua si tramuta in un acido propriamente detto. L'unica molecola dell'anidride unendosi alla molecola dell'acqua può produrre più molecole dell'acido come si verifica per l'acido nitrico; la sua formula è HNO_3, mentre l'anidride nitrica N_2O_5 unendosi all'acqua H_2O forma $H_2N_2O_6 = 2HNO_3$ forma cioè due molecole d'acido nitrico (acqua forte); dee quindi avvenire in questo caso, ed in tutti i casi consimili una partizione delle molecole.

Gli acidi si distinguono in binarii e ternarii, infatti in un acido due elementi sono indispensabili; l'idrogeno che lo costituisce acido in genere, il radi=

cale che lo costituisce acido in specie: se l'acido non consiste che di questi due elementi dicesi binario, ternario se ad essi s'aggiunge un terzo elemento, l'ossigeno.

L'acido cloridrico HCl è un acido binario, il solforico H_2SO_4 è ternario.

Adopravasi tempo fa l'espressione ormai abbandonata di acidi ossigenati ed idrogenati, intendendo per ossigenati i ternarii, e per idrogenati i binarii; ma in tal modo comprendeansi tra gli acidi anche le anidridi perchè si considerava se era il gas ossigeno, o l'H. che si univa al radicale.

Come negli ossidi, la parola che nella nomenclatura qualifica il genere è acido; ma la difficoltà sta nel trovare la parola che determini la specie.

Quando un radicale non dia che un acido si dà al nome di esso la desinenza ico, si avrà così: acido carbonico, fosforico ecc.

Quando il dare la desinenza al nome del radicale produca un suono ingrato, si suole variare la parola, e si dirà acido nitrico invece di nitrogenico, acido solforico invece di solfico.

Si dà la desinenza ico all'acido più ossigenato, la si muta in oso pel meno ossigenato, per cui si avrà l'acido cloroso e clorico. Se vi sarà un acido intermedio si mantiene la desinenza dell'acido cui questo intermedio sta sotto, e si premette la particella ipo (ὑπό) per cui si avrà l'acido ipoclorico. Se si trovasse un altro acido meno ossigenato di quello in oso, si premetterebbe all'acido la stessa particella e direbbesi ipocloroso. Infine per quei radicali che hanno acidi più ossigenati di quelli in ico, si premette al nome la particella iper o per per cui si avrà l'acido perclorico. Avremo dunque dal radicale cloro cinque acidi che

in serie decrescente sono i seguenti
perclorico - clorico - ipoclorico - cloroso -
ipocloroso.

Le anidridi si nominano come
gli acidi cui danno origine.

La nomenclatura degli acidi bina-
rii è più limitata, perchè i corpi che
ne formano, non ne formano che
uno. Rimane immutata anche per
essi la desinenza ico, ma in base alla
denominazione antica di idrogenati,
si prepone a questa desinenza la sil-
laba idr iniziale del nome idrogeno, dan-
do al nome del radicale la desinenza idrico,
quindi acido bromidrico, cloridrico ecc.

Sappiamo dalla desinenza degli acidi,
che i sali derivano da questi, i quali
a contatto con un ossido basico forma-
no dell'acqua, ed il radicale dell'ossido
sostituendosi all'idrogeno dell'acido,
si unisce agli elementi dell'acido stesso,

e forma uno di quei elementi composti detti Sali.

P. es. quando dell'acido solforico H_2SO_4 reagisce la calce comune od ossido di calcio CaO il calcio bivalente sostituisce tutto l'idrogeno dell'acido e forma un sale $CaSO_4$, che è il gesso comune, per cui si ha la equazione

$$CaO + H_2SO_4 = CaSO_4 + H_2O.$$

In antico i sali si distinguevano in neutri, acidi ed alcalini, secondo un criterio erroneo, chiamandosi acidi quelli che presentavano reazione alcalina, e neutri quelli che non reagivano né come neutri, quelli in cui tutto l'idrogeno dell'acido fu sostituito dal radicale basico, sali acidi quelli in cui non fu sostituito tutto l'idrogeno, ma ne resta disponibile ancora una parte. Si può quindi facilmente spiegare come da un acido si possano avere anche più sali,

di cui uno solo sarà neutro e gli altri acidi.

P. Es. Supponiamo di far reagire sull'acido solforico un ossido basico e radicale monovalente, come il potassio, e consideriamo l'ossido idrato.

Questo ossido idrato KHO (potassa comune) non contiene che un solo atomo di potassio (K') per cui se non consideriamo che una molecola d'ossido, sarà sostituito un solo atomo d'idrogeno nell'acido, e rimarrà un sale $KHSO_4$ che sarà sale acido. Ma dall'ossido di potassio idrato potremo ottenere anche un sale neutro, aggiungendo al sale acido suddetto un altra molecola di ossido idrato, l'unico atomo d'idrogeno del sale acido, sarà sostituito da un altro atomo di potassio e si forma un sale neutro K_2SO_4.

Ma non tutti gli acidi possono dare

ai più sali, quelli che come l'acido ni=
trico non contengono che un atomo d'idro=
geno, non possono dare che un sale che
sarà neutro, perchè l'atomo è indivisi=
bile.

Spiegato per tal modo il criterio su
cui si fonda la distinzione dei sali, per
modo che la reazione non si considera
più se non come un carattere di certi
sali, e giustificato perchè si sia detto nel
definire gli acidi che il radicale dell'ossi=
do costituisce tutto o parte dell'idrogeno
dell'acido veniamo alla nomenclatura
dei sali.

Per nominare i sali provenienti da=
gli acidi ternari non si deve far altro
che mutare la desinenza _ico_ dell'acido
in _ato_ e la desinenza _oso_ in _ito_.

Formato così il nome generico del sa=
le, lo si farà seguire dal nome radi=
cale dell'ossido posto al genetivo.

Si avranno quindi dall'acido carbonico i carbonati, dall'acido iposolforoso gli iposolfiti etc. e quindi si diranno: carbonati od iposolfiti di ferro, di potassio etc.

Se il radicale dà parecchi ossidi, si adoprano per distinguere i sali queste stesse voci che s'usano per gli ossidi e si avranno: sali di perossido e di protossido di ferro.

I sali di protossido chiamansi volgarmente ma non esattamente sali di ferro. I chimici francesi hanno adottato le espressioni sali al massimo e sali al minimo, indicando colla prima quelli formati dall'ossido che è più ossigenato, colla seconda quelli formati dall'ossido che lo è meno.

Altri chimici moderni adottarono pei radicali che danno origine a parecchi ossidi quelle stesse desinenze che i

s'estano per gli acidi, si avrà dal ferro un ossido ferroso, FeO (o protossido di ferro), e l'ossido ferrico Fe_2O_3 (sesquiossido di ferro). I composti del ferro si distinguono allora in ferrosi e ferrici secondo che contengono uno o due atomi di ferro. Dicasi lo stesso del doppio radicale che trovasi anche in altri corpi come il rame, l'argento.

Anche i sali dati dagli acidi binari potrebbero nominarsi secondo la regola già data, mutando l'unica desinenza loro ico in ato e denominandoli cloridrati iodridati etc.... Ma ora si dà al radicale dell'acido la desinenza uro, e si fa seguire alla parola così formata il nome del radicale dell'ossido posto al genitivo; per cui dall'acido cloridrico si avranno i cloruri dall'acido iodidrico gli ioduri

20. In generale essendo questi sali composti binari, perchè l'acido è binario, e non

si fa che sostituire un'elemento ad un altro, si segue questa stessa regola per tutti i composti binarî senza ossigeno, e si dà la desinenza *uro* all'elemento elettro-negativo

Si potranno poi adottare anche pei composti binarî la desinenza *oso* ed *ico* come fu detto pei sali ternarî, per cui si avrà il solfuro ferroso, il ferrico, l'arseniuro rameoso, il rameico, etc. ...

21 Le formule chimiche hanno diverso significato secondochè rappresentano la *chimica composizione*, o la *costituzione* di un corpo. Le formule ordinarie non danno che la chimica composizione e basta perciò che esse contengano il numero e la quantità degli elementi costitutivi di ciascun corpo. Nelle formule di costituzio

ne si va invece più innanzi, e si vuol esprimere il modo col quale questi elementi sono riuniti per formare la molecola di un composto, la loro disposizione relativa, e quasi direbbesi la topografia molecolare.

Tali formule non si possono dedurre coll'intuizione materiale della disposizione degli atomi, ma si ritraggono dal modo con cui si comportano i corpi che si considerano nelle reazioni chimiche con altri corpi, o dal modo con cui si originano. Consideriamo p. e. l'acido solforico H_2SO_4; secondo il modo di vedere ormai abbandonato, lo si denominava _acido idrato_, e si dava il nome di acido anidro a quel corpo che noi chiamiamo anidride solforica, perchè non à le quali-

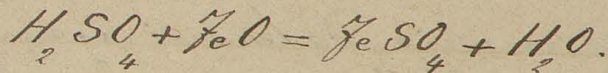
tà essenziali degli acidi, la formula del quale è SO_3. Siccome si credeva che quella molecola di acqua che è assimilata da una molecola di anidride quando i due corpi vengono a contatto, si assimilasse chimicamente coll'acido anidro per formare l'acido idrato: si supponevano dell'acido solforico esistere nella sua molecola due gruppi distinti di elementi, legati insieme dalla affinità chimica. Allora di confronto alla formula H_2SO_4 che non è ~~sempre~~ la formula di composizione, si trae per l'acido solforico idrato un altra formula che è:— SO_3H_2O, e che diremo formula di costituzione perchè rappresenta i due gruppi distinti d'anidride ed acqua, chimicamente uniti tra loro, quest'ultima formula spiega la disposizione

degli atomi, e mostra che tre atomi di
ossigeno sono uniti al solfo, mentre due
atomi d'idrogeno si sono uniti al quar
to per formare acqua.

Il chimico non ritiene certo
in via assoluta che tale sia la dispo=
sizione degli atomi, ma assegna le
formule di costituzione ad un corpo
secondo il punto di vista dal quale
si considerano le reazioni, per cui u=
no stesso corpo, specialmente se la
molecola ne è complicata, può ave=
re una o più formule di costituzio=
ne.

22. Per esempio, determiniamo la
formula di costituzione del solfato di
ferro la cui formula di composizione
è $FeSO_4$. — Vi è un corpo binario FeS,
solfuro di ferro, che esposto all'aria
libera, specialmente quando è uni=
to, assorbe l'ossigeno, e quasi con una

combustione si tramuta in solfato di ferro. Avremo in tal caso per formula di costituzione Fe, SO_4, ove noi vediamo distinti i due gruppi, la molecola di ~~ferro~~ del sale di ferro, e la molecola doppia d'Ossigeno che assimilati e chimicamente combinati formano il solfato di ferro. Secondo la definizione dei sali si può ottenere il corpo suddetto, anche trattando l'ossido di ferro coll'acido solforico; si forma allora il solfato con separazione d'acqua, secondo l'equazione:

$$H_2SO_4 + FeO = FeSO_4 + H_2O.$$

La reazione avviene perchè l'acido di ferro bivalente ed i due atomi d'idrogeno si sostituirono a vicenda.

Considerando però la formula antica di costituzione dell'acido H_2O, SO_3, possiamo spiegare la reazione supponendo

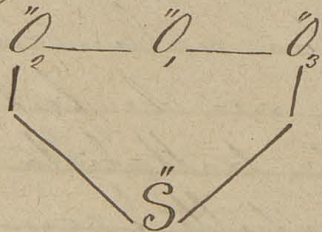
che la molecola dell'ossido sostituì tutta la molecola dell'acqua. Per cui nella reazione dell'acido solforico sull'ossido di ferro, l'acqua che si separa proviene da quella quantità che si trovava combinata coll'anidride, e che fu totalmente sostituita dalla molecola dell'ossido, e si forma poi il solfato di ferro la cui formula di costituzione sarebbe FeO, SO_3 —

23 Il diverso modo di considerare le formule diede origine a due diverse dottrine, la dualistica e la unitaria

La dualistica abbandonata già da qualche anno, ma che forse è ancora seguita da qualche trattatista dei più recenti, ammette in tutti i composti due gruppi distinti combinati chimicamente tra loro per formare il composto più complesso, per cui l'acido solforico si considera composto di una molecola d'anidride con una d'acqua, ed

ha la formula SO_3, H_2O; il solfato di ferro ha fra le altre la formula SO_3, FeO ed il solfato di potassio la formula:— $SO_3 K_2O$

Questa dottrina non considera i composti binari, perchè i loro elementi si combinano direttamente, e per isvolgere la formula conviene ricorrere alle catene atomiche, ed alle valenze:— per esempio, l'anidride solforica SO_3 avrebbe la seguente formula di costituzione:

$$\overset{''}{O}_2 - \overset{''}{O}_1 - \overset{''}{O}_3$$
$$\diagdown \quad \diagup$$
$$\overset{''}{S}$$

da cui appare che le valenze di un atomo di ossigeno sono saturate ciascuna da una valenza degli altri due atomi, per cui rimangono libere due sole valenze saturate dall'atomo di solfo

bivalente.

La dottrina unitaria non considera due gruppi distinti i quali collegandosi formino la molecola complessa, ma gli atomi aggregati in un tutto ed intimamente legati per opera delle rispettive valenze. Così l'acqua è costituita da un atomo bivalente d'Ossigeno e due d'Idrogeno monovalente, per cui l'idrogeno è in quantità bastante da saturare le valenze dell'ossigeno, quindi la formula di composizione per l'acqua H_2O, e quella di costituzione è invece:

$$O\begin{matrix}—H\\—H\end{matrix}$$

Quando si procedette nello studio della costituzione dei corpi si stabilì di riferirsi ad alcuni tipi principali che si fissarono a quattro, dei quali ognuno è rappresentato da una molecola di un corpo composto.

Questi tipi sono:
H_2 (molecola d'idrogeno)
H_2O (" d'acqua)
H_3N (" d'ammoniaca)
CH_4 (" di bicarburo d'idrogeno)
Si dicono tipi perchè semplificano il modo d'indicare la chimica costituzione di un corpo che si otterrà riferendo il corpo all'uno od all'altro tipo. Questi tipi infatti danno la disposizione, la topografia molecolare, e sono quasi forme o modelli, all'uno od all'altro dei quali appartiene ogni singolo composto. Se ne potrebbe avere un'idea assai materiale prendendo dei segni che rappresentassero gli atomi, come sfere o dadi, e sostituendo ad essi, dopo averli disposti come nelle formule chimiche sono disposti gli atomi, altri segni cioè atomi di altri corpi, senza che muti menomamente la forma del modello.

Chimica.

(Seguito)

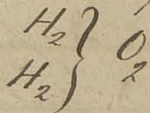
Per esempio: l'ossido di potassio idrato à per formula di composizione H_2O, per formula di costituzione $\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}O$; ossia appartiene al tipo acqua, à la stessa costituzione chimica di una molecola d'acqua in cui un átomo d'idrogeno, fu sostituito da uno di potassio equivalente

Così pure l'ossido di sodio che si forma allorchè il sodio decompone l'acqua ha per formula $HNaO$, e per formula di costituzione $\left.\begin{matrix}Na\\H\end{matrix}\right\}O$ per cui ha la stessa costituzione dell'acqua e dell'ossido di potassio. Quando poi nell'ossido di potassio anche l'altro atomo d'idrogeno è sostituito da un atomo di potassio, si à l'ossido anidro K_2O di potassio $\left.\begin{matrix}K\\K\end{matrix}\right\}O$ riferibile esso pure al tipo acqua il quale non muta mai.

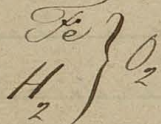
La teoria dei tipi trova il suo fondamento nelle valenze colle quali si spiegano tutte le combinazioni degli atomi.

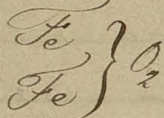
Tutti gli ossidi si considerano appartenenti al tipo acqua, ma non si può sempre dedurre così facilmente la formula di costituzione come si fece per gli ossidi a radicale monovalente; quando il radicale dell'ossido è polivalente la cosa riesce più difficile.

Per esempio: – l'ossido idrato di ferro: – FeH_2O_2: è chiaro che non possiamo riferirsi al tipo acqua finchè rappresenta la molecola semplice, quindi conviene prendere il tipo multiplo, considerare la doppia molecola dell'acqua, e riferire l'ossido idrato di ferro al tipo raddoppiato:

$$\left.\begin{matrix}H_2\\H_2\end{matrix}\right\}O_2$$

Allora per avere la formula di costituzione dell'ossido stesso, basterà sostituire

un atomo del radicale a due d'idrogeno, e
rimaranno gli altri due sostituibili ol-
tre ai due atomi di ossigeno tipico. La for-
mula di costituzione suddetta sarà

$$\left.\begin{matrix} Fe \\ H_2 \end{matrix}\right\} O_2$$

Se operiamo come nell'ossido di potas-
sio, e sostituiamo con un'atomo del radi-
cale bivalente anche gli altri due atomi
sostituibili di idrogeno, si avrà l'ossido
di ferro anidro, la cui formula di co-
stituzione sarebbe allora in seguito a ta-
le sostituzione

$$\left.\begin{matrix} Fe \\ Fe \end{matrix}\right\} O_2$$

Allora la formula di composizione di-
viene $Fe_2 O_2$, ma non essendovi nes-
suna ragione perchè nel cercare tale
formula di costituzione per l'ossido i-
drato si ricorra ad un tipo multiplo,
potendo ottenerla da un tipo sempli-

ce, si può ritornare a questo, ed avere
la formula FeO per l'ossido anidro.

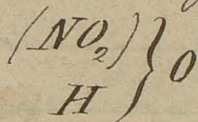
È chiaro dunque che per trovare una
formula di costituzione si può ricorrere
ad un tipo semplice o ad un tipo multi=
plo, secondo chè il radicale è monovalen
te o polivalente, intendendosi per radi
cale il corpo semplice che da il carattere
suo speciale ad un composto.

I radicali possono essere composti,
esser costituiti di gruppi molecolari,
non già presi a capriccio, ma fun=
zionanti positivamente come i radi
cali, i cui atomi sono collegati tra di
loro in un modo più intimo di quel
lo che cogli altri atomi cui sono uniti per
formare la molecola del radicale

Per cui questo gruppo molecolare
può trasportarsi da un composto all'al=
tro senza alterarsi nè scindersi, può pre
starsi a chimiche sostituzioni come i

radicali semplici, può tanto sostituire
un radicale semplice, quanto esserne so=
stituito, purchè siano equivalenti
Questi radicali composti trovansi per
lo più negli acidi, per esempio, se consi=
deriamo l'acido nitrico HNO_3 nella
sua natura chimica e nel suo modo
di comportarsi nelle combinazioni cui
dà origine. - Si riconosce dalle sue rea=
zioni ch'esso appartiene al tipo acqua
e poichè non contiene che un solo ato=
mo di idrogeno, è certo che dovremo
raffrontarlo al tipo semplice. Il secon
do atomo di idrogeno tipico deve essere
sostituito da un radicale monovalente
composto, oltre al quale vi sarà poi un
atomo di ossigeno tipico Tolto quest'ato=
mo rimangono gli altri due i quali
uniti all'azoto danno il radicale com=
posto NO_2 che funziona nelle rea=
zioni come un corpo semplice, e ri=

mane sempre inalterato. La formula di co-
stituzione dell'acido nitrico sarà dunque se-
condo la dottrina dei tipi:

$$\left.\begin{matrix}(NO_2)\\ H\end{matrix}\right\} O$$

in cui rimane un atomo d'idrogeno so-
stituibile, e sostituito dai radicali metal-
lici quando si formano i sali, i nitrati.

Il gruppo molecolare NO_2 costituito
da un atomo d'azoto e due di ossigeno
dev'essere monovalente, perchè à so-
stituito un atomo dell'idrogeno tipico
e lo è difatti, perchè le tre valenze dell'
unico atomo d'azoto saturano tre delle
quattro valenze dei due atomi d'ossige-
no riuniti, ne rimane quindi una
sola libera, ed il radicale NO_2 è mono-
valente

Il modo di comportarsi dell'acido
nitrico nelle sue reazioni mostra che
i due atomi di ossigeno appartenti

al radicale composto sono più uniti allo
atomo d'azoto, che non il terzo atomo che
appartiene al tipo cosicchè il radicale si
trasporta senza alterarsi dall'uno all'al-
tro corpo e funziona da radicale sem-
plice.

Per gli acidi binarî che non ànno
ossigeno, conviene ricorrere al tipo idro
geno; p. e. la formula di costituzione del
l'acido cloridrico sarà secondo la dottri
na dei tipi $\left.\begin{matrix}H\\Cl\end{matrix}\right\}$ da cui appare che un'a
tomo dell'idrogeno tipico fu sostituito
da un atomo del radicale cloro monova-
lente; se anche l'altro atomo d'idrogeno
sostituibile sia sostituito da un'atomo
di qualche radicale monovalente si avreb
bero i cloruri, così la formula del cloru-
ro di sodio sarà $\left.\begin{matrix}Cl\\Na\end{matrix}\right\}$ e quella del cloruro di
potassio $\left.\begin{matrix}Cl\\K\end{matrix}\right\}$.

Questa maniera di rappre-

sentare le formule di costituzione è il modo più razionale che discende direttamente dalle valenze su cui s'appoggia l'unione chimica degli atomi. Data quindi la formula di composizione di un corpo, non sarà difficile trovare quella di costituzione se trattasi di una molecola non molto complicata.

Ciascun tipo dà origine ad un numero diverso di composti, sia che si consideri il solo tipo semplice, o i tipi multipli a radicali semplici e composti. Notisi che il tipo semplice dà origine per ogni radicale a tanti composti, quanti atomi d'idrogeno contiene. Nei tipi possono essere sostituiti da altri radicali polivalenti anche l'ossigeno, l'azoto, il carbonio, onde à origine una nuova serie di composti.

24 **Azoto** — L'azoto non è importante per sè stesso, non à proprietà nette

particolari per cui possa riconoscerti, nel campo chimico, diverso da altri corpi, con cui, nel campo delle proprietà fisiche potrebbe confonderti. Anzi il vero carattere di questo corpo sarebbe la mancanza delle proprietà attribuite ai corpi di cui noi abbiamo già parlato. Esso è, come gli altri, un corpo aeriforme, inodoro, incoloro, insipido, permanente, ma non è combustibile come l'idrogeno, non è atto a mantenere la combustione come l'Ossigeno, non si combina ad altri corpi senza l'intervento d'azioni particolari, ed i suoi composti non si ottengono che per vie indirette. Fra essi quelli che sono di maggior rilievo sono l'<u>acido nitrico</u> e l'<u>ammoniaca</u>. L'azoto si combina coll'ossigeno in più proporzioni, e i composti diversi si denominano rispettivamente <u>protossido</u> e <u>biossido</u> <u>d'azoto</u>, aci

do nitroso, iponitrico, nitrico.

Acido nitrico

Il più importante per le sue applicazioni pratiche è l'acido nitrico — HNO_3 — che dai Francesi si denomina acido azotico, più conformemente al nome del radicale azoto. Quest'acido che è conosciuto volgarmente col nome di acqua forte, è un liquido scolorito, fumante all'aria, il quale cioè quando è esposto scoperto all'aria, manda un pò di vapore, di nebbia specialmente quando lo si versa da un vaso all'altro. Questo avviene perchè avendo esso per l'acqua un'affinità tanto maggiore, quanto maggiore è il grado di concentrazione, quella lieve quantità di vapore che pur si solleva da esso, quantunque non sia molto volatile, si combina al vapor acqueo, incontrando l'aria umida, lo condensa e lo rende

visibile. Esso è uno degli acidi più energi
ci, à una forte reazione acida, ed arrossa
vivamente la tintura di tornasole: la sua
qualità più importante, è di essere un
corpo energicamente ossidante. L'azo
to non è congiunto da una forza energi
ca all'ossigeno, se ne separa facilmen
te, quando l'acido si trovi in presenza di
sostanze atte ad unirsi all'ossigeno, cioè
ossidabili. La sua facilità a ceder l'os
sigeno è tale che sotto la sola influen
za della luce, se è in piccola quantità si
disossida in parte, per cui quando è
molto concentrato, e i suoi elementi
non contengono molto più acqua di
quella indicata dalla sua formula, es
so à un color giallo, perchè una par
te del suo ossigeno si separa, produ
cendo la formazione del biossido di azo
to che à questo colore. Si adopera quin
di l'acido nitrico per ossidare alcuni

corpi, e nella chimica analitica per se-
parare gli elementi di qualche composto.
Per dimostrare il suo potere ossidante
suolsi versarne sulla limatura di rame
o di stagno, tosto si vede una viva effer-
vescenza, uno sviluppo di vapori rutilan-
ti di color giallo rossigno che altro non so-
no se non se biossido d'azoto che si svi-
luppa per la cessione avvenuta di parte
dell'ossigeno dell'acido, al metallo :- la scom-
posizione dell'acido nitrico avviene dun-
que al solo contatto col metallo, una
parte dell'ossigeno di quello si combina
a questo, lo ossida, e rimane un com-
posto ossigenato d'azoto, ma ad un gra-
do minore d'ossidazione.
I risultati finali dell'esperienza
sono diversi, allorchè si versi entro il
vaso un po' d'acqua; se l'acido fu a con-
tatto col rame, il composto che si for-
ma si scioglie immediatamente

nell'acqua e la colora in azzurro, mentre lo stagno dà origine ad una polvere bianca insolubile. Infatti l'ossido di rame è un ossido basico, il quale quando si forma nella reazione suddetta, si combina mano a mano che si produce coll'acido che rimane indecomposto, e ne dà origine un sale di colore azzurro solubilissimo nell'acqua, un nitrato di rame, la cui formula $Cu N_2 O_6$ essendo l'atomo del rame bivalente, succede quindi una doppia reazione col rame, l'ossidazione del metallo, con disossidazione di una parte dell'acido e svolgimento del biossido d'azoto, la combinazione dell'ossido di rame, col residuo dell'acido, e soluzione del sale che si forma nell'acqua.

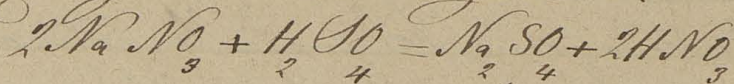
Nulla di ciò avviene invece collo stagno che non dà un ossido basico.

Le applicazioni dell'acido nitrico

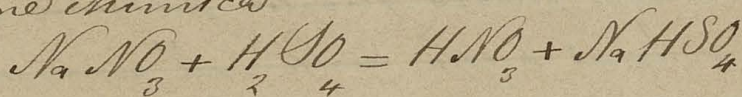
trovano in gran parte la loro ragione nella sua qualità di sciogliere e corrodere i metalli, nella sua facoltà ossidante che esso comunica anche ai suoi sali, ai nitrati.

Per ottenere quest'acido si fa reagire l'acido solforico sul nitrato di potassa KNO_3, e più comunemente si adopera il nitrato di sodio $NaNO_3$ meno costoso, massime per apparecchiare in grande quantità l'acido nitrico

L'equazione della reazione è:

$$2NaNO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2HNO_3$$

Tali equazioni sono praticamente utili perchè servono a far conoscere in quali proporzioni devono essere gli elementi, i reagenti per ottenere la maggior quantità possibile del corpo richiesto; se non si prendesse che una sola molecola di acido nitrico, colla medesima quantità di acido

solforico si avrebbe una quantità d'acido metà di quella precedentemente ottenuta, e si avrebbe solo un solfato acido di sodio, come dimostra l'equazione chimica

$$NaNO_3 + H_2SO_4 = HNO_3 + NaHSO_4$$

Ammoniaca.

L'ammoniaca è un composto dello azoto che non appartiene agli ossigenati, ma consta di tre atomi d'idrogeno ed uno d'azoto, la sua formula è H_3N.

Essa per sè è un gas, e dai composti ove si trova, si svolge infatti allo stato aeriforme, non è permanente ma coercibile, incoloro, e con un odore acutissimo particolare, che dicesi urinoso perchè si svolge facilmente dall'urina o da qualsiasi altra sostanza azotata in putrefazione; queste devo=

no anzi all'ammoniaca il loro odore peculiare che dicesi anche odore ammoniacale.

Esso è solubilissimo nell'acqua, e un volume di questa scioglie parecchie centinaja di volumi di esso. Sciolto nell'acqua non si considera più come un composto binario senza ossigeno, ma come ternario NH_4O, avente la ammoniaca trasformata, che si considera ossido di un radicale speciale non ancora isolato, il quale si ritiene però con fondamento esistere e che ricevette il nome di ammonio. La soluzione acquosa di gaz ammoniaco che s'applica in commercio per molti usi industriali, e si conosce col nome di ammoniaca liquida, conserva l'odore acuto e le altre proprietà del gas, e si comporta come gli ossidi basici più potenti. L'ammoniaca liquida à reazione energica alcalina, riconduce tosto all'azzurro la tintura di tornasole arrossata dagli acidi

si comporta del tutto come gli ossidi alcali-
ni, i quali essendo ossigenati, convien am-
mettere un radicale *ammonio* di cui l'am-
moniaca liquida sarebbe l'ossido. Essa pre-
senta grande analogia cogli ossidi oltre a
questa reazione alcalina, perchè cogli aci-
di dà, come tutte le altre basi dei sali che si
diranno *sali d'ammonio*, dal momento
che, tali reazioni avvenendo sempre al con-
tatto dell'acqua, la base del sale non è il
gaz ammoniaco H_3N, ma l'ammo-
niaca liquida NH_4O; il cui radicale
composto abbiamo chiamato ammo-
nio. I sali d'ammonio sono in intima
relazione coi sali dati dagli ossidi alcali-
ni e non sono certo in numero mino-
re, però l'ammoniaca non è legata
così tenacemente all'acido come le al-
tre basi alcaline, e basta versare sopra
un sale d'ammonio una soluzione di
potassa o soda, perchè tosto succeda la

reazione, si formi il sale di potassio o sodio, e si sviluppi gas ammoniaco la cui presenza nell'aria è tosto avvertita dall'olfato

Solfo

Non meno importante dell'azoto è lo solfo sì per le sue fisiche e chimiche proprietà che pei suoi composti; è molto diffuso in natura si trova allo stato libero nelle solfatare, grandi depositi di solfo, molto abbondanti in Sicilia, ove sono di origine vulcanica e costituiscono uno dei rami principali del commercio di esportazione dell'isola; ancora più copioso allo stato di combinazione nei solfuri, e negli altri composti metallici: basterà citare i ricchissimi depositi di solfato di calcio o gesso. Esso costituisce inoltre molti tessuti

organici, vegetali ed animali, è uno degli elementi del bianco dell'uovo (albumina) della carne — fibrina —

Quando il solfo è puro, liberato dalle sostanze terrose con cui è mescolato, e da quelle con cui è chimicamente combinato, si presenta come un corpo solido, di color giallo citrino, di struttura cristallina allorché è in grandi masse; è fusibile, si riduce liquido a 111°, conservando il suo colore e la sua scorrevolezza quando sia fuso lentamente, oltre alla temperatura della fusione si abbruna e rimane fluido fino ai 250; vicino a questa temperatura si addensa e si fa viscoso: ad una temperatura più elevata ritorna fluido, ed ai 480° bolle e volatilizza.

Il solfo fuso ad elevata temperatura e raffreddato improvvisamente, versato nell'acqua s'appiglia in una

massa non più gialla e compatta, ma se-
mitrasparente ed elastica che ritorna però in
breve allo stato primitivo; raffreddandosi
lentamente ripassa pei diversi stati in den-
sità e colorazione

Il Solfo è anche combustibile, bru-
cia al contatto dell'aria, dando origine ad
anidride solforosa SO_2 che è cagione dell'odo-
re soffocante che si sviluppa ed eccita la tos-
se e la lagrimazione.

Esso è pure solubile in alcuni liquidi, olj
grassi ed essenziali etc ma la massima facol-
tà solvente è posseduta dal carbonio solfuro.

Quando si fà evaporare il liquido che tenga
sciolto in sè dello solfo, si trova che questo
deponendosi cristallizza nelle forme ottaedri-
che colle quali si riscontra anche in natu-
ra Il solfo assume forme regolari anche
quando cristalizza per via secca dopo la
fusione, se si concreta in masse giallo
citrine, queste ànno la struttura cri-

stallina, e se dopo la formazione della prima crosta superficiale si pratica un foro e se ne trae fuori il solfo liquido ancora, l'interno delle pareti del vaso si trova tapezzato da tanti cristallini appartenenti al sistema prismatico.— Il solfo à dunque come pochi altri corpi, la particolarità di cristalizzare in due forme diverse secondo che trattisi di via umida o secca

Questo corpo trovasi in commercio sotto parecchie forme; ora sotto la forma di pani a struttura cristallina, o di bastoni— nel qual caso si dice solfo in canna— o di polvere nota sotto il nome di fiori di solfo. Siffatta polvere ben diversa da quella che si otterebbe macinandolo forma il solfo più depurato che trovisi in commercio.

Fra le combinazioni ossigenate del solfo, due sono le più importanti:—

l'anidride solforosa e l'acido solforico

Anidride solforosa.

L'anidride solforosa che dà origine al=
l'acido solforico, H_2SO_4, è un gas che à
odore pungente e soffocante, è coer=
cibile a temperature non molto bas=
se: essa si svolge nella combustione
del solfo all'aria libera, non mantie
ne nè la combustione nè la respira=
zione: quindi se si sviluppasse uno in
cendio entro un caminetto per la so=
verchia fuligine, è opportuno accen=
dere dello solfo sul focolaio, l'anidri
de che si sviluppa s'innalza, pene
tra nel fumaiuolo, scaccia l'aria, e
l'incendio si spegne non appena si
trova a contatto con questo gas inetto
alla combustione: anzi se nella fu
ligine rimanesse un principio di

iniezione, l'incendio non si riprodurebbe essendo questa imbevuta d'anidride: infatti se noi immergiamo un cerino acceso in un'atmosffera di anidride, non solo si spegne, ma se pur conserva un principio d'iniezione non si riaccende più anche immerso nel puro ossigeno, appunto perchè lo stoppino è imbevuto di anidride.

Essa è solubile nell'acqua e quando vi è sciolta non si può chiamar più anidride solforosa, ma acido solforoso

La principale proprietà di questo gas – che può dirsi dovuta all'acido solforoso perchè essa si manifesta sempre in presenza dell'acqua consiste nell'azione scolorante sulle sostanze organiche di origine vegetale.

Per esempio se immergiamo in una solu-
zione di anidride solforosa un fiore colorato di
tinte vivaci, lo si vede a poco a poco perdere il
suo colore ed assumere una tinta bianca.
Questa anidride si adopera per le mac-
chie vinose e di frutta nella biancheria,
che si levano facilmente umettando
la macchia con un pò d'acqua e facendo-
vi bruciare al di sotto dello solfo, cosicchè
i vapori d'anidride solforosa incontri-
no la parte macchiata ed umida e la
scolorino: conviene dopo lavare molte
volte nell'acqua quella parte che fu a
contatto coll'anidride, perchè questa a
contatto coll'acqua si tramuti in aci-
do solforoso, che à grande affinità
coll'ossigeno, lo assorbe avidamente
trasformandosi in acido solforico, che
è un potente corrosivo.

L'anidride solforosa à molte
grandi applicazioni per questa sua

proprietà scolorante, dovuta alla fa=
coltà di fissare una molecola di ac=
qua ed assorbire poi l'ossigeno. In
questa sua azione l'assorbimento del
l'ossigeno dalle sostanze che vi si espon
gono trasforma l'anidride solforosa
in acido solforico, e l'elemento colo=
rante in un'altro meno colorato e di
una tinta più fievole. Si adopera es
sa per imbiancare la colla, le spugne
le gomme, gli intestini di animali
che servono per corde armoniche, le
sete, le lane. Si adopera inoltre per
tutti quei corpi che sarebbero, come
i tessuti organici, disorganizzati dal
l'azione troppo energica del cloro
Alcune sostanze sono decolorate
non perchè rubi l'ossigeno, ma per
che a queste si combina e forma cor
pi particolari: in questo caso si può
a questi restituire il loro primitivo

colore trattando i composti coll'acido sol
forico, che più energico del solforo lo
scaccia.

Vi sono altresì certi esseri organici
di un tessuto così debole che sono dalla
azione dell'anidride disorganizzati;
per cui se si abbiano dei recipienti
che conservino odore di muffa, vi si
brucia entro un poco di solfo, e l'ani
dride che se ne svolge, intacca le muf
fe le scompone e toglie al vaso il puzzo.

Infine l'azione di questo gas si
fa palese talvolta anche sulle sostan
ze inorganiche e sull'aria, cui ru=
ba l'ossigeno per trasformarsi in
acido solforico.

Acido solforico

Dall'anidride solforica SO_3 che di per
sè non à alcuna importanza in
dustriale, si ricava l'acido solfo=

rico assai più rilevante per le sue proprietà ed azioni industriali, co:sicchè un chimico abbia potuto dire misurarsi il progresso di una nazione dalla quantità di acido che consuma. Trovasi ben di rado libero in natura, poichè non si riscontra che al Canadà in alcune acque minerali, e nel liquore contenuto in un mollusco del Mediterraneo, per cui in generale si ottiene con processi particolari.

Esso si conosce in commercio col nome di olio di vetriolo e per la sua densità e perchè in antico si ritraeva dal vetriolo di ferro – solfato di ferro –

In commercio ve ne erano due qualità distinte coi nomi di olio di vetriolo bianco e di olio fumante. Ora si usa generalmente l'olio bianco che non differisce as=

fatto dall'altro quanto alle proprietà essen-
ziali, ma l'olio fumante si adoperò di
più nei secoli passati. Questa seconda spe-
cie si preparava essenzialmente in Boemia,
ma in passato si fabbricò quasi esclusi-
vamente a Nordhausen in Sassonia,
per cui si conosce altresì col nome d'a-
cido solforico di Nordhausen.

La differenza tra le due varietà sta
in ciò che questo à una tinta bruna
più dell'acido comune d'Inghilterra,
ed è una soluzione di anidride solfori
ca nell'acido solforico, per cui il primo
nel verno si rappiglia in una massa a-
naloga al ghiaccio per la coercibilità del
l'anidride stessa, e d'estate invece è fuman-
te all'aria.

L'acido solforico in generale è uno
degli acidi più ~~forti~~ energici, à una gran
de affinità per l'acqua, e combinan
dosi ad una o più molecole d'acqua

forma più idrati di cui varia il grado
secondo il numero delle molecole ac=
quee con cui si legò la molecola d'aci=
do; anzi ogniqualvolta l'acido venga
a contatto con qualche sostanza orga
nica che contenga idrogeno ed ossi=
geno nelle stesse proporzioni con cui
si trovano nell'acqua, toglie ad es=
sa questi due elementi, vi si combi=
na, e lascia libero il carbonio che con
essi era legato chimicamente, quin
di versando dell'acido su di un legno,
questo annerisce immantinente, es
sendo composto d'ossigeno, idrogeno,
carbonio, percui si vuol dire che l'a
cido solforico carbonizza le sostanze
organiche; quindi si vede come sia
un potente veleno se venisse in im
mediato contatto coi tessuti organici
Questa proprietà carbonizzante spie
ga anche la tinta cupa e quasi nera

che esso à quando trovasi in grande masse e specialmente se è stato a lungo esposto all'aria: questo color marrone appare anche nell'acido ordinario presso al turacciolo, ove è più diretto il contatto coll'aria, e si fa più manifesta e vivace in quello di Nordhausen.

Abbiamo già detto che l'acido solforico è capace di combinarsi ad una, due, tre e più molecole d'acqua per formare acidi idrati a diversi gradi: tale potenza di combinazione à però un limite; quando siasi raggiunto il massimo grado di idratazione, il rimanente d'acqua non vale che a diluire l'acido. La combinazione dell'acido coll'acqua succede con uno sviluppo così notevole di calore, sufficiente a mettere in ebullizione una parte dell'ac-

qua stessa.

Le applicazioni dell'acido sol=forico sono assai numerose e si ado=pera per iscacciare altri acidi ed otte=nere dei sali che si diranno solfati. La fabbricazione dell'acido costituisce una industria importante e richie=de opificii particolari poichè esso non può prepararsi nè in recipien=ti di metallo, nè di legno, nè a con=tatto col cemento; vi è però un me=tallo abbastanza comune che non è attaccato da essa se non a caldo ed al medesimo grado di concentra=zione, ed è il piombo, per cui l'a=cido si prepara in grandi camere foderate di lastre di piombo; in queste si possono compiere tut=te le operazioni tranne l'ultima nella quale si ottiene l'acido concen=tratissimo; per cui si adoperano

storte di vetro o di platino per farlo
bollire onde, evaporando l'acqua, si
concentri.

Fosforo.

Il fosforo è un corpo semplice molto importante così nel riguardo industriale, per la sua estesa applicazione nella confezione dei fiammiferi, che nel riguardo chimico, presentando esso il fenomeno dell'alotropia, manifestandosi cioè in più stati diversi, aventi carattere affatto differente.

Benchè la sua importanza industriale non dati che da pochi anni, esso già si conosceva da due secoli.

Nel 1669 l'alchimista Brandt. mentre cercava la pietra filosofale, ottenne questo corpo in piccola quantità da un miscuglio fatto senza alcun indirizzo razionale, contenente

fra le altre sostanze dell'urina ove si
trovavano dei fosfati, e da cui reazioni
speciali resero libero il fosforo.

Il processo per ottenerlo rimase per
lungo tempo un secreto, e si pagava
a peso d'oro, finchè nel secolo XVIII Sche
le scoperse che esso trovavasi nelle os
sa degli animali di cui costituiva una
gran parte allo stato di fosfato di cal
cio Ora si ricorre appunto alle ossa
per ottenerne il fosforo, e si vuole
ridurre queste ossa, cioè disossida
re in opportune condizioni per mez
zo del carbonio l'acido fosforico del
le ossa.

Fosforo ordinario

Il fosforo ordinario à un colore
bianco giallicio, è fragile d'inver=
no, molle d'estate, di facilissima
accensione, tanto che si tiene sotto
acqua. Ha bisogno per bruciare dirett=

tamente nell'aria d'esser portato al 60,
sale a questa temperatura appena
strofinato, e brucia con fiamma brillan
te dando origine ad anidride fosforica.
A questa combustione viva si con
trappone poi la lenta, che si manife=
sta quando il fosforo sia esposto all'a=
ria senza essere preservato da uno sta
to d'acqua: esso sotto l'influenza della
umidità si combina all'Ossigeno, e
forma un miscuglio di acido fosfo
roso e d'acido fosforico, emettendo fu
mi biancastri, luminosi nella
oscurità, con tale sviluppo di calo
re che potrebbe accendersi sponta
neamente il fosforo stesso pel so
lo attrito de' pezzetti tra loro.
Il fosforo ordinario fonde a
40°, si scioglie negli olj grassi
e più ancora nel solfuro di car
bonio, è un potente veleno.

Esso non ebbe per qualche tem-
po che un'applicazione molto ri
stretta in medicina, e si adoperava
in piccola quantità solo che nelle
farmacie e ne' laboratori chimici,
per cui se ne fabbricava su piccola scala;
ma ora ricevette grandissima applica-
zione nell'industria dei ~~z~~ solfanelli, i
quali si accendono solo perchè il fosforo
ond'è intrisa l'estremità del legnetto pi-
glia fuoco collo sfregamento. La pasta
di che si intride questo legnetto contiene
fosforo fuso e molto diviso, le cui goccio-
line stanno sospese in una soluzio
ne di colla e gelatina. Solevasi mesco-
lare a questa pasta un sale che ce-
desse ossigeno e rendesse più viva la
combustione, ma questa pratica si
abbandonò per l'inconveniente
dell'esplosione.

Oggi invece si mescola della fio-

na sabbia alla pasta affinchè si accre-
sca l'attrito, e si intride il legnetto o di
solfo, o di materie grasse - stearina -
per agevolarne la adesione che sa-
rebbe difficile in seguito alla rapida
combustione del fosforo

Fosforo rosso.

Il fosforo rosso si presenta sotto un
stato alotropico in cui dicesi fosforo ros-
so, od anche amorfo, perchè è inetto
a cristallizzare, ad assumere forme
regolari, mentre il fosforo ordinario
è atto a cristallizzare, ed à anche di
per sè struttura cristallina

Il fosforo amorfo à caratteri
ben diversi dall'ordinario, tanto che
si dovrebbe ritenerlo tutt'altro corpo
che ~~amorfo~~ fosforo; esso è una polve-
re di un color rosso cupo, che non si
accende per attrito, nè colla stessa fa-
cilità dell'altro, ma richiede una

temperatura piuttosto elevata per bruciare, non è luminoso nell'oscurità nè solubile in quei liquidi in cui l'ordinario si scioglie, nè infine è venefico

Esso possiede due caratteri che lo rendono preferibile nella fabbricazione dei fiammiferi, poichè non si accende così facilmente, nè può esser causa d'avvelenamento. Si prepara riscaldando fino a 250° l'ordinario in recipienti adatti che lo sottraggano alla influenza dell'aria acciò non bruci.

Poichè per la semplice influenza del calore avviene questo mutamento, la differenza di proprietà si deve attribuire alla diversa disposizione delle molecole che è unica causa di tale allotropia Richiedendosi quindi un certo lavoro sul fosforo ordinario, per ridurlo a fosforo rosso, è natu=

rale che il prezzo di questo sia più eleva=
to, e i fiammiferi sono meno diffusi
di quello che dovrebbero per gli inconve=
nienti che evitano.
Tali fiammiferi non si accendo=
no che sulla superficie liscia della sca=
tola ch'è spalmata di fosforo rosso. Al
fosforo si dovette aggiungere il nitrato
ed il clorato di potassio energicamente
ossidante, acciò non sia troppo diffi=
cile l'accensione; per togliere poi lo
inconveniente della esplosione che si
avrebbe se il sale ossidante fosse uni=
to al fosforo nella pasta alla estremi=
tà del fiammifero, si pone il solo
clorato di potassio misto ad un'altro
sale accensibile, il solfuro d'antimo=
nio, all'estremità del fiammife=
ro, il fosforo sulla scatola: al più
lieve attrito, la menoma particel=
la di fosforo che venga a contatto

col clorato, gli comunica il principio
d'ignizione, per cui si accende e pi-
glia fuoco.

Cloro.

Il Cloro è un corpo aeriforme,
coercibile, che si distingue dal suo
colore giallo verdastro per cui ebbe
il nome dal Greco χλωρός. Esso ha
un odore particolare soffocante,
irrita la gola ed inspirato à effetti
perniciosi sugli organi respiratorii,
e può oltre la tosse, e sputi san-
guigni, produrre la morte

Esso à una grande affinità per
l'idrogeno cui si unisce anche di-
rettamente, formando per prodotto
gas cloridrico.

Il cloro è solubile nell'acqua,
le comunica il suo colore, ma per

l'energica affinità per l'idrogeno lo ru
ba all' acqua, per cui non si può con
servare lungo tempo una soluzione
acquosa di cloro

Lo svolgimento d'ossigeno che a
luogo in tale reazione, fece sì che i
chimici antichi denominassero il
cloro acido muriatico ossigenato, poi
chè chiamavano acido muriatico
il cloridrico.

La proprietà più rilevante del
cloro sì in istato gazzoso, che in so
luzione, è la sua eminente forza
scolorante tutte materie di origine
organica Il cloro decompone pure
il colore azzurro dell'indaco che è
sciolto ma non alterato dall'acido
solforico, così pure l'inchiostro da
scrivere ed i tessuti sono tosto scolo
rati

Questa forza decolorante dipen=

de dalla affinità chimica del cloro
coll'Idrogeno, per cui lo toglie alle
sostanze che lo contengono: allora le
materie organiche coloranti private
del loro idrogeno, mutano tinta, in
seguito a prodotti speciali formati-
si nella decomposizione. Da questa
proprietà del cloro dipende quel fat
to che volgarmente si esprime di-
cendo: che il cloro è un energico os-
sidante in presenza dell'acqua:
esso non è di per sè atto ad ossi-
dare altri corpi, ma togliendo l'i-
drogeno all'acqua lascia in libertà
l'ossigeno il quale all'atto dello
svolgimento: allo stato nascente
à una attività chimica energica:
si combina alle materie con cui
è a contatto, e manifesta la sua
azione ossidante togliendo loro l'I
drogeno per formar acqua.

Si può ora facilmente spiegare un curioso fatto presentato dal cloro: quando si tratta l'inchiostro da scrivere con la soluzione acquosa di cloro, esso perde il suo color nero, mentre l'inchiostro da stampa resta inalterato.

Questo dipende da ciò che nel secondo la sostanza colorante è nero fumo, cioè Carbonio molto attenuato; per cui il cloro non può togliere idrogeno a questo che è corpo semplice, e l'inchiostro quindi si conserva nero. — Invece la sostanza colorante dell'inchiostro da scrivere, è una sostanza organica, un tannato di ferro, un sale cioè il cui radicale basico è il ferro; l'acido tannico diffusissimo nel regno vegetale che produce il sapore astringente delle frutta:

questo combinandosi al perossido di ferro forma un composto nero che dà il colore all'inchiostro, Al contatto del cloro, questi ruba l'idro=geno al tannino, e l'inchiostro perdendo la tinta nera resta d'un color giallo, prodotto da un cloruro di ferro che si forma per la combinazione del ferro al cloro eccedente. Riesce quindi facile togliere le macchie d'inchiostro ai libri stampati. Esso toglie altresì le macchie di muffa prodotte dalla umidità, poiche decompone e disorganizza gli esseri che la compongono senza alterare la carta.

L'applicazione più importante del cloro sta nell'imbianchimento delle materie greggie tessili: lino, canape, cotoni, e dei

tessuti e filati che con esse si compongono, ma non può adoperarsi per le materie tessili d'origine animale perchè per esse à una azione troppo energica e disorganizza il tiglio della lana e della seta per le quali si adopera l'acido solforoso.

Si adopera il cloro per ridurre il lino e la canapa a quella candidezza che si osserva nei tessuti che escono dai grandi opificii d'imbianchimento. Questi ebbero un grande vantaggio dopo l'applicazione del cloro, pel grande risparmio di tempo; poichè il mezzo più antico, consisteva nell'esporre i tessuti all'azione del sole e della rugiada; poichè l'ossigeno dell'aria si scioglie nella umidità di cui si imbeve il tessuto e sotto l'azione diretta del sole, ossida le materie coloranti, ruba l'idrogen-

no e formando acqua muta il colore al tessuto.

Tale affinità chimica del cloro è causa di un'altra sua rilevante qualità: della sua azione disinfettante, per cui toglie il cattivo odore che esala dai corpi in putrefazione attaccando e scomponendo i composti aeriformi per lo più idrogenati che se ne sviluppano.

Di questa sua proprietà si approfitta nei contagi, essendo quasi accertato che in essi anno gran parte certi organismi microscopici che penetrando nel corpo degli animali, ove trovino circostanze favorevoli, producono col loro sviluppo la morte dello stesso animale, il cloro gli attacca, ne impedisce gli effetti, per cui suolsi adoperarlo a disinfettare le vesti che fu-

rono a contatto di qualche ammalato per impedirne l'ulteriore diffusione del morbo.

Le importanti applicazioni industriali del cloro lo rendono oggetto d'un commercio rilevante, ma non si può mettere in commercio nè il cloro gasoso, nè la soluzione acquosa, poichè dopo breve tempo si troverebbe acido cloridrico.

Forma invece oggetto importantissimo di commercio, perchè solido e facilmente trasportabile ed atto a produrre gran copia di gas cloro, un corpo conosciuto col nome di cloruro di calce.

Questo corpo contiene una quantità notevole di cloro combinato al calcio, e quando si trova a contatto con un acido dei più deboli, questo scaccia l'ipocloroso e forma un sale col

calcio a cui l'acido ipoclorofo era combi
nato. Quest'acido è così poco stabile che
si mantiene acido solo quando è posto
in libertà dal cloruro di calce median
te un acido più energico, si decompo
ne, cede al calcio del cloruro di calcio
l'ossigeno, per formare l'ossido di que
sto metallo che poi forma coll'aci=
do reagente un nuovo sale di calcio.
Quindi il cloro è posto in libertà da
una doppia fonte, dal cloruro, e dal
ipoclorito di calcio; da questo compo
sto si à pertanto un copioso svilup
po di cloro che si svolge non appe=
na si versa su di una soluzione
di cloruro di calce alcune gocie di
qualche acido La reazione succede
anche al solo contatto dell'aria,
perchè l'acido ipoclorofo si separa
dal calcio anche sotto l'azione del
solo acido carbonico: ed a questo è

dovuto il fievole odore di cloro che esa-
la dal cloruro di calce e la forza scolo-
rante d'una soluzione dello stesso
cloruro.

Altri composti si trovano in na-
tura atti a fornire il cloro, e tra que-
sti è principalmente il cloruro di
sodio o sal comune.

Acido Cloridrico

Un composto molto diffuso del clo-
ro coll'idrogeno è l'acido cloridri-
co: corpo aeriforme solubilissimo
nell'acqua come l'ammoniaca,
è fumante all'aria la soluzione
acquosa di acido cloridrico ricca di u-
na gran copia d'acido; essa è fu-
mante perchè l'acido concentrato
tende ad assorbire una parte del
vapor acqueo per allungarsi, lo con-
densa e lo rende visibile.

Acqua Regia

Il liquido che si ottiene mescolando assieme in determinate proporzioni l'acido cloridrico col nitrico, dicesi acqua regia; perchè è l'unica l'unica che sciolga l'oro, il re dei metalli. Questo liquido non può dirsi un miscuglio essendochè l'idrogeno dell'acido cloridrico si unisce all'ossigeno dell'acido nitrico per formar dell'acqua, si svolge ossido di azoto e resta libero il cloro che attacca l'oro e forma un cloruro solubile nell'acqua Così avviene di non meno pregiati metalli come il platino, palladio e di cui si formano i cloruri

Iodio – Bromo – Fluore.

Accanto al cloro stanno questi tre

altri corpi indecomposti, strettamente collegati ad esso nel riguardo chimico da formare una sola famiglia, hanno le stesse affinità chimiche, le stesse serie di combinazioni, e questi caratteri comuni sono tali, che se si osservassero anche in altri gruppi di corpi, si potrebbero i corpi indecomposti classificare assai più esattamente che fino ad ora non s'abbia potuto fare.

Iodio.

Il* Iodio in natura non esiste allo stato libero, ma si trova allo stato di combinazione coi radicali basici per formare dei joduri. Questi sono abbondanti in certe acque minerali, ove troviamo sia joduri di sodio e potassio joduri alcalini, come joduri d'altre basi calcio magnesio, etc.

Essi sono assai più abbondanti nelle piante marine, nelle alghe che cre=

scono sul fondo dei mari, o sui terreni ba-
gnati di acqua salina. Disseccando e bru-
ciando queste alghe, la parte organica,
come avviene in tutte le piante, si
strugge, o meglio si scompone e rimane
l'inorganica, costituita dalle sostanze
saline, che formano la cenere, per
cui nella cenere delle alghe si trovano
tutti gli joduri che sono sparsi nei suc-
chi e nei tessuti della pianta stessa,
e trattando queste ceneri con reagen-
ti particolari, ad una certa tempe-
ratura, il jodio volatilizza sotto for-
ma di vapore che si fa poi conden-
sare in appositi recipienti sotto
forma di laminette solide cristal-
line.

Non si potè finora determina-
re donde le piante marine ricevino
tanta copia di jodio; mentre le pian-
te terrestri ritraggono dalla terra le

varie specie di sali che contengono; non si può supporre questo delle acque marine perchè le più accurate analisi non poterono ancora affermare o negare l'esistenza in essa del jodio.

Il jodio adunque è un corpo solido all'ordinaria temperatura, di color grigio lucente come l'acciajo, di un odore speciale analogo a quello del cloro, che dimostra come dal jodio si sollevi, appena esso sia lasciato all'aria, un poco di vapore, vapore più dannoso ancora del cloro. Riscaldato fonde, volatilizza, ed il suo vapore à una bella tinta violetta, più intensa verso il fondo perchè è più densa dell'aria: questo vapore si condensa e raffredda nel consolidarsi, ma non sul fondo del matraccio ove fu direttamente riscaldato, bensì sulle pareti più fredde, che si ricoprono d'uno

strato grigio, costituito da punti lucenti a
struttura cristallina
Poco solubile nell'acqua la colora
leggermente in giallo: la soluzione di
jodio nell'alcool è colorata da una tin
ta gialla che si rende giallo bruna,
mentre quando si scioglie il jodio
nel solfuro di carbonio, o nel cloro-
formio in cui è solubilissimo, il
liquido assume un colore violetto
così intenso da parer quasi nero,
che si manifesta con lievissima quan
tità del corpo solubile. Una soluzio
ne di jodio nel solfuro di carbonio
quando è molto allungata presen
ta questo di particolare, che dopo
averla bene agitata e rimescolata
si fa spumeggiante, il solfuro di
carbonio che non si scioglie nell'ac-
qua si precipita al fondo, e rimane
all'acqua solo una leggera tinta

rosea. Poichè la soluzione del jodio non conserva il colore di questo corpo, ma assume il colore che il liquido avrebbe, se il corpo fosse sospeso in seno ad esso allo stato di vapore, convien supporre che tale soluzione senza essere una azione chimica, sia una vaporizzazione, una divisione atomatissima del corpo che si riduce allo stato molecolare.

Il jodio a contatto con sostanze organiche le tinte in giallo, ed à questa azione anche su quella sostanza farinacea che dicesi amido: finchè è secca la tinge in giallo, quando si inumidisce la colora in azzurro molto intenso. Questo nuovo corpo azzurro si chiamò joduro d'amido come se fosse un composto chimico, ma esso non obbedisce alle leggi delle proporzioni definite,

le più diligenti analisi diedero risul=
tati sempre diversi, per cui convien
supporre o che avvengano parec=
chie combinazioni che poi si me=
scolino in proporzioni non mai
costanti, o che ne avvenga nes=
suna.

In seguito a questa reazio
ne chimica si adopera il jodio
come reagente per iscoprire l'a=
mido. Per iscoprire il jodio serve
da reagente anche il solfuro di
carbonio, poichè se si ~~prende~~ versa u=
na soluzione di jodio in questo
liquido, la si allunghi e vi si versi
poi la soluzione acquosa di cloro,
il solfuro si deporta al fondo, e
il jodio reso libero da cloro tingerà
leggermente in roseo l'acqua, per
quanto fievole ne siano le tracie,
purchè ~~vi~~ si sia bene agitata l'ac=

gua

Le applicazioni del jodio sia in chimica che in medicina sono pochissimo importanti.

Bromo.

All'ordinaria temperatura il bromo è liquido, à un bel color rosso ed è facile a volatizzare, cosicchè appena esso si trova a contatto dell'aria à luogo una copiosa produzione di vapore, il quale ha una azione più forte del cloro sulle membrane animali e sugli organi della respirazione. Si combina coll'amido dando un colore giallo aranciato, trovasi nelle acque del mare.

Fluore.

Il fluore è il solo corpo che fino ad ora non si potè isolare in alcun modo, perchè le sue affinità so-

no così energiche, che se pure esso è
reso libero, attacca tosto il recipiente
in cui si produce e dà origine a nuo
vi composti nell'atto stesso in cui
si sviluppa.

Questo corpo è abbastanza diffu=
so in natura, in combinazione, allo
stato di fluoruri, cosicchè non vi à
quasi alcuna acqua minerale in
cui non si trovino traccie. Uno di
questi composti abbastanza abbon
dante in natura è lo spato fluore
in cui lo spato è combinato al calz
cio, per cui esso chimicamente è
un fluoruro di calcio. — Ma il com
posto che è molto importante è
l'acido fluoridrico

Acido fluoridrico.

L'acido fluoridrico benchè corro
da molte sostanze, resta inerte ac=

canto ad alcune sostanze come piombo
platino, guttaperka ecc. Esso attacca
e corrode il vetro e si combina all'a:
cido silicico della sabbia che si im
piega per fabbricare il vetro stesso
formando un corpo particolare che
si dice acido fluorisilicico

Su questa sua azione è ap=
poggiata l'applicazione dell'aci
do, ad appannare i vetri, a cui es
so corrodendolo toglie, come lo sme
riglio, la trasparenza. Se si spal
ma di cera un oggetto di vetro, e
con una punta si incide qual=
che disegno, togliendo la cera e
scoprendo il vetro, quindi si espo
ne il vetro ai vapori dell'acido
fluoridrico, la cera garantisce
la superficie sottostante per
tutta quella parte di vetro che n
è ricoperta, poichè essa non è

attaccata dall'acido, ma ove fu le-
vata col bulino, l'acido viene a con-
tatto col vetro, vi lascia traccie più
o meno profonde secondo il tempo
per cui dura questo contatto: que-
sta è un'applicazione per la gra-
duazione degli utensili chimi-
ci, pei quali occorre che i gradi
sieno tracciati sul vetro stesso, la-
sciando questo acido segni più
distinti del diamante

Carbonio.

Questo corpo è abbondantissi-
mo in natura allo stato libero, sot-
to forme diverse di diamante gra-
fite, combustibili fossili e se non lo
si a interamente puro, lo si ot-
tiene artificialmente da alcuni
corpi, mediante la carbonizzazio=

ne.

Esso è pure molto diffuso nelle sue combinazioni, e noi troviamo copiosi nel regno inorganico i carbonati, del che basti citare il carbonato di calce, infine esso si riscontra eziandio nel regno organico.

Esso anzi è considerato l'elemento organico per eccellenza, e la chimica che prima si chiamava organica, ora si definisce la chimica dei composti del carbonio.

— Abbiamo detto che sono tre le forme sotto cui si manifesta il carbonio allo stato puro in natura, e la prima è il diamante.

Diamante.

Il diamante è una gemma preziosa per la sua limpidez-

za, per la energica sua potenza ri=
frangente che varia cogli angoli e pro
duce lo spettro solare decomponendone
i raggi

Esso è il tipo del carbonio purissi
mo; i diamanti colorati sono molto
rari e contengono leggiere quantità
d'ossidi di metalli.

Il diamante riscaldato nel puro os
sigeno coi raggi concentrati di una len
te ustoria, come fece Davy in modo che
lo bruciò, si converte in pura anidride
carbonica, si tratta quindi d'una com
bustione, d'una combinazione del car
bonio coll'ossigeno dell'aria e non di
una volatilizzazione come credettero
gli accademici del Cimento nel 1594.

Trovasi in natura cristallizzato
nelle forme regolari derivate dall'ot
taedro, ma si riscontra ben di rado col=
la limpidezza e trasparenza che gli

dà il lavoro, generalmente è coperto d'una crosta opaca che è puro carbonio, ma senza i caratteri fisici dei diamanti. L'occhio inesperto non riconosce a prima vista il diamante, e solo il lavoro può spogliarlo da questa crosta, ma essendo il corpo il più duro che si conosca, benchè fragilissimo conviene lavorarlo colla propria polvere umettata con un poco d'olio. Si può quindi affaccettarlo, disponendo le faccette sotto quegli angoli che presentino più splendido effetto alla luce.

Quelle gemme che ordinariamente si nominano diamanti, sono cristalli lavorati a rosa, accompagnando la prima forma ottaedrica del cristallo, per cui la parte rivolta all'occhio è più o meno

piramidale. Invece il diamante
lavorato a tavola, che dicesi volgarmen
te brillante, à la superficie af=
fatto piana * e parallela alla fac
cia inferiore, mentre i lati sono
lavorati a faccette inclinate: nel
brillante il corpo è troncato con mag
gior perdita di esso, con maggior la=
vorazione; e quindi à un prezzo
più elevato

Grafite

Il carbonio trovasi pur libero in
natura sotto forma di grafite che dice
si anche piombaggine dal suo aspet
to che la fa rassomigliare per la tinta
e per un certo splendore al piombo.
Generalmente conosciuta come la
materia di cui si fanno matite, à
proprietà assai diverse da quelle
del diamante; è opaca, di tinta plum=

bira, molto tenera, si lascia scalfi=
re dall'unghia, e si usa per le ma=
tite perchè lascia traccia di sè quando
si striscia sulla carta. - Si può averla
cristallizzata artificialmente allo sta=
to di carbonio puro nel ferro fuso, es=
sa è fissa al fuoco ed infusibile co=
me il diamante, non volatilizza
fuori del contatto dell'aria, al contat=
to di essa brucia e si combina all'ossi=
geno Le grafiti impure sono commune
ed ànno piccole traccie di ferro.

Questa sostanza importantissima
per la fabbricazione delle matite, à
eziandio altre applicazioni. La mi=
glior qualità trovasi nel Cumber=
land in Inghilterra, ed è così tenace
da potersi tagliare in cilindretti che si
introducono poi negli astucci in le=
gno a ciò preparati. Per fabbricare
i lapis colle grafiti meno tenaci,

le si riducono in polvere e se ne fa u=
na pasta, che si fa passare con for=
te pressione per appositi forni accioc
chè assuma la forma cilindrica con=
veniente. Inoltre la grafite ci pu=
re un'applicazione nella fabbrica=
zione dei crogiuoli, detti crogiuoli di
grafite o di Passavia dal sito ove
principalmente si fabbricano per
la grande quantità di grafite che
vi si trova; questi crogiuoli si usa
no in chimica per fondere i metalli
e le leghe metalliche, basandosi ap=
punto sulla infusibilità della gra=
fite. Questi crogiuoli a varie dimen=
sioni non sono però formati di
sola grafite ma vi è mescolata
una quantità di argilla infusi
bile che ne tiene unite le parti
Questi, adoperati una volta
acquistano un colore rosso do=

vuto al ferro che ordinariamente trovasi nella grafite che per la combustione dell'esile velo di grafite che li ricopre, si ossida al contatto dell'aria.

Un'altra applicazione della grafite è quella di garantire la ghisa dalla ruggine, sottraendola al contatto dell'aria, collo spargervi sopra un leggiero strato di grafite, inoltre di dare l'aspetto della ghisa agli oggetti di terra cotta.

Combustibili fossili.

Con questo nome comprendonsi le diverse qualità di carbon fossile, le ligniti, le torbe ecc, i quali benchè siano distinti dagli industriali ànno però la medesima origine.

I combustibili fossili rappresentano la terza varietà del carbonio, ma esso non è puro come nelle prime due per cui l'aspetto loro è simile a quello del catrame. Il carbonio libero è mescolato nei combustibili fossili a materia di origine bituminosa, ed è importante determinare come esse vennero formate. I combustibili fossili provengono da piante che vissero sulla superficie terrestre in epoche anteriori alla esistenza dell'uomo, non solo, ma anche della fauna attuale e che perciò la nostra mente non può calcolare.

Queste piante, che pur sono analoghe per organizzazione ad alcuni degli esseri viventi, non trovano le loro simili se non sotto l'ardente clima dei tropici: esse vivevano in un'ambiente molto cal=

do perchè è indubitabile che la terra andando man mano raffreddandosi cessarono di esistere per un grande mutamento nelle condizioni della superficie terrestre. In questa epoca remota la vegetazione doveva essere rigogliosissima, e l'atmosfera molto più ricca di acido carbonico di quello che lo sia ora, poichè esso è uno degli elementi più importanti delle piante, che solo da esso ricavano la gran quantità di carbonio che contengono. Per questo complesso di fatti appunto i geologi chiamano quest'epoca carbonifera.

Per vedere come queste sostanze vegetali si modificarono dopo cessata la vita consideriamo ora la combustione viva e lenta di un pezzo di legno.

Esso è formato di carbonio, os=

sigeno, più di diversi materiali inor-
ganici, che in una combustione vi-
va rimangono nella cenere, brucia-
to che sia per l'intervento dell'aria,
e di quello che egli stesso contiene,
il carbonio rimase libero e si svi-
luppò sotto forma di anidride car-
bonica, e l'idrogeno da formazio-
ne a dell'acqua. Questo avrebbe
luogo qualora la combustione fos-
se completa, il che non avviene
mai per l'insufficienza dell'os-
sigeno, di cui non vi a quantità
bastante per far passare tutto il
carbonio allo stato di anidride car-
bonica. Il fumo che si solleva da
un pezzo di legno che bruci è il
prodotto di una decomposizione
operata dal calore nell'interno
della pianta, per cui le nuove com-
binaz. che si formano tra i suoi

elementi sfuggono incombuste, si disperdono, e si depongono sulle pa-
reti come la fuliggine.
Invece un vegetale che cessata la vita sia abbandonato a sè stesso all'a-
ria libera, non resiste alle azioni esterne, và lentamente decompo-
nendosi, disfacendosi e infatti noi vediamo questa lenta decomposi-
zione nelle foglie che si seccano o sopra l'albero o sul suolo, si ri-
solvono a poco a poco in quel teric-
cio vegetale, sì importante per la agricoltura, che nutre le pian-
te
Come le foglie si altera pure il legno sotto l'azione dell'aria e si trasforma in una polvere bruna-
stra che va ad accrescere lo stesso ter-
riccio, per cui nella lenta scompo-
sizione delle sostanze organiche

si à dunque sviluppo di diversi pro
dotti di cui una parte va all' aria,
l'altra è assorbita dalla terra, e que
sto avviene per una legge di na=
tura, che la molecola della sostan
za organica molto complessa ten
de a ridursi ad una costituzione
assai più semplice La tramutazio
ne delle sostanze organiche in
prodotti aeriformi avviene solo
in presenza dell'aria, e non si
dee quindi considerarvi estranea
l'azione dell' ossigeno atmosfe=
rico che si combina a parte de=
gli elementi, e produce così la
decomposizione che noi possia=
mo quindi considerare come u=
na lenta combustione.

I combustibili fossili
sono piante che per catastrofi
che noi non dobbiamo conside=

rare si trovarono in condizioni par
ticolari, sepolte nel seno della
terra in gran quantità, per cui in
esse non potevano avvenire quel
le modificazioni che nascono ai
vegetabili abbandonati all'azio
ne dell'aria. Per l'anzidetta leg
ge di natura avvenne una decom
posizione lentissima che durò
secoli e secoli ed è ancora in atti
vità; l'alterazione non dovea suc
cedere che tra gli elementi stessi
del composto e si manifestò pro
gressivamente e non è ancora ces
sata. Parte del carbonio si com
binò all'ossigeno formando così
l'ossido di carbonio, parte allo
idrogeno formando de' carburi di
idrogeno, ma ne rimase ancor
libera tanta quantità da conser
vare lo scheletro del legno: di

tanto è maggiore la quantità del-
la materia carboniosa, anche se
questa abbia degli altri elementi, an-
che se questi abbiano assimilato
tutto il carbonio di cui sono capaci

La materia bituminosa dei
combustibili fossili composta es-
sa pure di carbonio, ossigeno, idro-
geno, rappresenta uno stato di tran-
sizione, una sostanza che in quel-
le date condizioni continuerebbe
ad alterarsi fino a trasformarsi
completamente in modo da dare
nella combustione ceneri inor-
ganiche e carbonio puro. Ab-
biamo quindi combustibili
che contengono più o meno di
materia bituminosa secondo che
l'alterazione è in grado più
o meno grande, secondo l'an-
tichità dell'epoca da cui data

no.
Il più antico de' combustibili fossili chiamasi dai naturalisti: antracite ed è un vero coke, non dà nella combustione che ceneri ed anidride carbonica pura ma non può servire per dare il gas illuminante. Più recente è il carbon fossile ch'ebbe minor tempo per trasformarsi, da cui passa poi al combustibile di formazione più recente, la lignite, che contiene poca materia bituminosa, è fragile, e conserva ancora la fibra legnosa.

Carboni artificiali.

Oltre a questi carboni naturali abbiamo molte specie di carboni ottenuti artificialmente, che

diconsi appunto <u>carboni</u> <u>artificiali</u>
nei quali il carbonio è reso libe=
ro mediante processi posti in ope
ra dalla mano dell'uomo. Essi si
ottengono dalle sostanze organiche
che contengono tutte carbonio in
gran copia, esponendole all'azio
ne del calore fuori della presenza
dell'aria. Se si porta un tessu
to organico qualunque ad una
temperatura abbastanza elevata
al contatto dell'aria, esso brucia;
le materie organiche variamen
te combinandosi danno origi
ne a prodotti aeriformi che
sfuggono, le inorganiche ri=
mangono sotto forma di cene
re. Se invece si riscalda una
sostanza organica sottratta al
l'azione dell'aria, essa non bru=
cia perchè manca l'ossigeno

necessario alla combustione, ma
il calore esercita ugualmente l'o=
pera sua, decompone il materia
le organico, l'ossigeno, l'idrogeno,
parte del carbonio, unendosi for
mano dei composti volatili parte
aeriformi parte vaporosi che
pel condensamento si liquefan
no e rimane tutto l'eccesso di car
bonio che non trovò ossigeno ed
idrogeno a cui unirsi, si à per=
ciò un risultato analogo — ben
chè ottenuto più prontamen
te — a quello che l'opera len
ta di molti secoli indusse nei
combustibili fossili. Tanta
copia vi à di carbonio ecce=
dente che anche nei carboni
artificiali si conserva la strut
tura, si mantiene la forma
della sostanza organica la

quale diede origine al carbone.

La carbonizzazione artifiziale delle sostanze organiche si fà quindi riscaldandole fuori dell'influenza dell'aria, e i carboni artificiali presentano tutti gli spazî vuoti, delle caverne, che erano i posti occupati prima da quegli elementi che sfuggirono nella decomposizione operata dal calore.

L'infinita serie dei carboni artificiali si può dividere in tre gruppi secondo le sostanze da cui essi si ottengono.

1°

Carboni provenienti da sostanze organiche che sotto l'influenza del calorico non fondono nè ammollisconо.

Questi carboni conservano certa

mente la forma delle sostanze generatrici, carbonizzate, e presenteranno sono quelle cavità, forse impercettibili all'occhio, che già furono accennate,

Noi ne abbiamo un'esempio nel carbone di legna che si ottiene con un processo chiamato delle foreste appunto perchè si applica nelle selve medesime ove si toglie la legna, e consiste nell'ammonticchiarla in grandi catasse che si ricoprono poi di terra, solo lasciandovi alcuni fori donde escano i vapori, ed entri quella piccola quantità di aria destinata a servire di combustibile e produrre il calore necessario alla carbonizzazione dell'altra legna

Abbiamo anche il carbone

vero animale che si ottiene me-
diante carbonizzazione della par-
te molto organica delle ossa.

2°

Carbone proveniente
da sostanze che sotto l'o-
pera del calore fondono
ed ammolliscono.

Questi non conservano più la
forma della sostanza carboniz-
zata, ma saranno leggieri, spu-
gnosi, cavernosi, perchè la so-
stanza fluida semi vaporosa
fu attraversata da quei com-
posti volatili che si sprigio-
nano. Tale sarebbe appun-
to il carbone dato dallo zucche-
ro se lo si ottenesse per passa
tempo, poichè lo zuccaro fonde
sotto il calore prontamente, e

tali sono quei carboni che si ottengono dai combustibili fossili, i quali tutti più o meno senza fondere si ammolliscono e si saldano anche assieme.

Il coke che si ottiene nelle storte della fabbricazione del gas illuminante è appunto spugnoso, e presenta non la forma dei pezzi di carbone fossile introdotti nelle storte, ma quella di una materia che si ridusse pastosa.

3°
Carboni che derivano da sostanze che si carbonizzano trovandosi allo stato di vapore.

Questi saranno certamente in forma di tenue pulviscolo, come appunto vediamo una lucerna che

fumo per combustione incompleta.
In una lampada il fumo che si innal
za dallo stoppino è carbonio provenien
te dai prodotti della decomposizione, dei
quali parte bruciano e parte, pel calore
che si sviluppa nella combustione
sfugge incombusta e carbonizzata se
non vi sia aria sufficiente, come avv
viene appunto in una lampada a pe
trolio in cui non sia ancor posto il tu
bo, la fiamma è fuligginosa, dei fioc
chetti di carbonio nuotano nell'atr
mosfera e si depongono perchè man-
ca la quantità d'ossigeno bastante
per alimentare la combustione com
pleta; allorchè si adatta il tubo la
fiamma si fà tosto brillante e
chiara perchè i vapori del petrolio
bruciando completamente forman
dosi una corrente continua d'aria
servendo il tubo da fumajuolo.

Questi carboni molto divisi si ottengono anche artificialmente, come si fa pel nero fumo che è allo stato di grande divisione e serve di materia colorante. Per ottenerne in gran quantità si riscaldano in appositi fornelli materie ricche di carbonio, come la trementina, il catrame, il legno di pino, ed altri legni e sostanze resinose, una piccola corrente d'aria ajuta la combustione di una parte di tali sostanze, e si sviluppa tanto calore che il rimanente si decompone, ed il nero fumo sfugge per opportune aperture e si raccoglie e depone in grandi stanze rotonde le di cui pareti son poi coperte di tela grossolana dalla quale esso si raccoglie. i vapori sfuggono per aperture superiori

I carboni artificiali servono anzitutto — per molte specie di essi — come combustibili, alcuni provenienti da particolarità qualità di legno soffice e leggiero, servono ad applicazioni speciali, come nella polvere da fuoco, il nero fumo come materia colorante

Una delle proprietà essenziali dei carboni porosi e molto divisi si manifesta quando si versano in un liquido, essi condensano e precipitano su di sè le sostanze che vi si trovassero come avviene nelle acque putride Per cui tali carboni si adoperano come materie scoloranti e disinfettanti, e riducono il liquido ove se ne sia versata una certa quantità incoloro e puro, dopo chè esso sia stato feltrato Questa facoltà non dipendendo da chimiche

combinazioni, non altera, ma puri
fica il liquido, e non produce appa=
rentemente alcuna modificazione nel
carbone pel suo color nero, non se fos
se incoloro.

Questa proprietà si applica nella
disinfezione dell'acqua putrida ed an=
cor più in molte industrie per sepa=
rare dai prodotti le sostanze organi=
che che li colorano, come si à nello
zuccaro

I carboni che meglio si prestano a
ciò sono oltre il carbone di legno, il
nero fumo, ed il carbone di ossa in cui
le particelle carboniose sono tenute
divise dalla gran quantità di sostan=
ze inorganiche che costituiscono
la parte solida delle ossa prima
della carbonizzazione

Combinazioni del Carbonio.

Sette sono le combinazioni del carbonio coll'Ossigeno, ma le importanti sono due, le quali si possono ottenere direttamente dalla unione diretta del carbonio coll'Ossigeno, senza ricorrere a vie speciali cioè dalla combustione del carbone all'aria libera. Queste due combinazioni sono l'ossido di Carbonio e l'anidride carbonica. L'ossido di carbonio, CO, rappresenta la combustione incompleta del carbone, l'anidride carbonica CO_2 rappresenta invece quella la combustione completa. — Si ottiene l'ossido di carbonio a preferenza quando l'aria che alimenta la combustione è in piccola quantità di confronto all'eccesso di carbo-

nio, si à poco ossigeno, e però solo il primo grado d'ossidazione del carbonio. Invece quando si fa bruciare il carbone nell'ossigeno puro o in un eccesso d'aria a confronto della piccola quantità di carbone, in modo che essa trovi tanto ossigeno da passare al secondo grado d'ossidazione, si forma l'anidride carbonica

Ossido di Carbonio

Questo gas è incoloro, inodoro ed è combustibile perchè proviene dalla combustione del carbonio, quindi è atto ad unirsi ad un altro atomo di ossigeno per trasformarsi in anidride carbonica: esso brucia quindi a contatto dell'aria. Quelle fiammelle, e lingue di fuoco che si innalzano dai carboni accesi

di un fornello o caldano, durante la combustione e specialmente in principio, allorquando vi à un eccesso di carbone, quelle fiammelle di color azzurognolo che ne lambiscono le superficie, sono formate appunto dal l'ossido di carbonio che si sviluppa, perchè non essendovi gran copia d'aria, si solleva ed a contatto del l'ossigeno, brucia e si converte in anidride. Una parte però ne sfugge incombusta per cui in una atmosfera in cui ardono dei carboni se ne trova sempre una certa quantità.

L'ossido di carbonio è un composto molto venefico che si introduce negli organi della respirazione, grazie il suo stato aeriforme, e di là portato nella circolazione del sangue, produce quelli

che sono i sintomi dell'avvelenamento, dolori e peso al capo, movimenti di stomaco, vomito, vertigini che poi conducono all'asfissia. – Trattasi di un vero avvelenamento, e quando sia stato inspirato in tanta quantità da esser portato nella circolazione sanguigna qualunque soccorso è inutile.

Quest'asfissia è diversa affatto da quella prodotta da un eccesso di anidride che si trovi nell'atmosfera poichè trattasi in questo caso d'asfissia prodotta per mancanza di gas respirabile, e portando prontamente l'asfitico all'aria libera se ne può evitare la morte.

Anidride Carbonica

L'anidride carbonica, CO_2 trovasi in natura allo stato libero, come

nella grotta del Cane presso Napo=
li ove ve ne à uno sviluppo conti=
nuo, trovasi sciolta in alcune acque
minerali, si sviluppa da cratere
de' vulcani etc, inoltre è uno dei
prodotti principali delle azioni or=
ganiche di decomposizione, come
combustione, fermentazione.

È un gas incoloro, inodoro, con sa
pore acidetto, coercibile, solubile
nell'acqua con la quale tramutasi
in acido carbonico H_2CO_3 anzi il
sapore acidetto può dirsi proprio
dell'acido che si forma sempre, an
che se per gustare l'anidride noi
ne facessimo arrivare una corren
te in bocca, chè a contatto dell'ac=
qua della saliva si tramuta in a=
cido.

L'anidride carbonica à una
lieve reazione acida, colora la tintu=

ra di tornasole in un rosso vinoso,
non è combustibile nè respirabi=
le ed assai più pesante dell'aria, quin
di se anche si trovi in un recipien
te aperto non evapora.
Nella grotta del cane dalle crepa=
ture del suolo si à un lento e con
tinuo sviluppo d'anidride carbonica
che si accumula alla parte inferiore
per cui gli animali di bassa statura
come il cane trovandosi immersi
in essa, muojono asfissiati
L'acido carbonico a contatto con
le basi si combina e forma
i sali, carbonati, così forma
si il carbonato di calce tan=
to diffuso che se ne trovano in
tere montagne ed è insolubile
nell'acqua. Per mostrare que
sta formazione del carbonato
prendesi una bottiglia a due tu=

bulature onde per l'azione d'un aci=
do più energico del carbonico su un
carbonato, esso sta scacciato, e si fà
attraversare da una corrente di
acido carbonico l'acqua di calce;
in breve esso si intorbida perchè
si forma del carbonato neutro in
solubile $CaCO_3$ le cui molecole nuo=
tano quindi nell'acqua e s'intor
bidano
Continuando però lo svilup
po dell'acido carbonico, il liquido
ritorna limpido, perchè formato
si tutto il carbonato neutro che
si potè per la quantità della cal
ce sciolta nell'acqua esso a con
tatto coll'acido carbonico ne as=
sorbe una nuova molecola e
si trasforma in un bicarbona
to solubile nell'acqua.
Se pertanto in molte acque

troviamo sciolto del carbonato cal
care lo si deve attribuirlo ad un'ec
cesso di anidride.
Del resto il bicarbonato è un com
posto poco stabile, per cui se si
riscalda dell'acqua che lo conten
ga sciolto, esso tosto s'intorbida
appena l'acqua giunge alla
ebullizione, perchè l'acido ec=
cedente sfugge e si forma il
carbonato insolubile neutro.
Questo effetto si ottiene pure
lasciando a lungo il liqui=
do esposto all'azione dell'a=
ria.
Per ottenere l'anidride car
bonica o l'acido, basta ricorrere
ad un carbonato a contatto con
un'acido qualunque, questo, =
più energico del carbonio, lo
scaccia e forma un sale della

base stessa. Questo gas è pure un
prodotto della respirazione che non
è se non una ~~respirazione~~ combu
stione del carbonio che trovasi in
eccesso in quel sangue venoso che
è già servito a mantenere gli or
gani.

L'acido carbonico si scioglie
nell'acqua; alla pressione ordi=
naria, l'acqua scioglie un volu
me eguale al proprio d'acido car
bonico, e la solubilità cresce
proporzionatamente con la pres
sione. Quindi ànno origine
le acque cosidette gassose ed
i vini spumanti.

L'acido carbonico benchè non
sia venefico pure non mantie
ne la respirazione e può esso
pure produr l'asfissia. Non so
no infrequenti i casi di mor=

te nelle cantine ove per la gran quantità di vini in fermentazione si produce una copia grande di acido carbonico; ciò può accadere nei teatri quando manchi l'opportuna ventilazione e sia l'aria viziata per un eccesso di acido carbonico.

Distinzione dei corpi semplici in metalloidi e metalli e proprietà di questi ultimi

I corpi di cui abbiamo fin qui parlato, si comprendono col nome di mettalloidi; ma questa denominazione non indica se non se l'esclusione da quel gruppo di corpi che si distinguono col nome di metalli:

metalloidi corrisponde cioè a non metallici

Però i metalloidi, esclusi alcuni, non ànno caratteri comuni in modo da essere riuniti in una categoria ben ordinata e distinta. L'ossigeno, il cloro, il fosforo e gli altri non si trovano riuniti da intima affinità.

I metalli ànno invece dei caratteri speciali per cui sono ben distinti dai metalloidi e ne differenziano essenzialmente

Nel riguardo chimico si trova che i metalloidi combinandosi allo ossigeno danno composti acidi e qualche volta anche composti ossidi indifferenti ma non mai ossidi basici.

I metalli invece combinandosi all'ossigeno danno delle ve=

re basi che a contatto degli acidi producono dei sali. — Così il solfo mi dà due composti acidi, l'azoto ed il carbonio dei composti acidi più o meno energici, e degli ossidi indifferenti come l'ossido di carbonio, protossido e deutossido d'azoto: invece tutte le basi sono ossidi metallici.

Esaminando però i composti dei metalli non si trova una distinzione così esatta da dare una netta classificazione, perchè lo stagno ed antimonio danno origine ad ossidi basici, a sali, ed a composti acidi, per cui si potrebbero per questo riguardo collocarsi si fra i metalloidi che fra i metalli.

(continua nel fasc. 3°)

Ne viene che alcuni trattati pongono
tra metalli di certi corpi che da altri a mag-
gior ragione per la loro affinità, e per
le proprietà fisiche, sono posti tra
metalli perchè seguono la regola ge-
nerale di chiamar metalloidi quei
corpi che danno origine a composti
acidi combinandosi con l'ossigeno.
Nel riguardo fisico si distinguono
i metalli dai metalloidi per ciò che
i primi sono molto più buoni con-
duttori del calorico e della elettrici-
tà che non i secondi; ma nemmeno
questa differenza segna una linea
esatta di demarcazione perchè sif-
fatta proprietà è comune anche
ad alcuni di quei corpi che si ascri-
vono comunemente ai metalloidi;
quindi una delle caratteristiche de
metalli è lo splendore loro pro-
prio ben diverso da quello del vetro

che diensi appunto splendor metallico.
Venendo ora particolarmente ai metalli, è inesatto parlare delle loro proprietà fisiche, perchè non si tratta di proprietà loro essenziali ma si vuol solo accennare a quei principali caratteri che si osservano nello studio di essi.
Stato fisico. I metalli sono tutti solidi all'ordinaria temperatura eccetto il ~~..~~ mercurio che è liquido e non gela che a 39°.
Opacità. Questi corpi sono tutti opachi quando si considerano in grandi masse, ma questa non è che una proprietà relativa, perchè i metalli più malleabili, ridotti in foglie corte e sottili lasciano passare la luce: così una foglia d'oro distesa su una lastra di vetro

a posta tra l'occhio e la sorgente luminosa, lascia passare i raggi verdi, mentre fra foglia d'argento si colora in rosso porporino. Appunto il fatto che la luce si presenta colorata prova che essa attraversa la massa del metallo perchè se attraversasse i pori, ci giungerebbe bianca. I metalli sono adunque opachi fino che si trovano in uno stato di spessore che non sia molto tenue.

Colore. I metalli in generale sono bianchi o di un colore che si avvicina al bianco, passando per le varie gradazioni del grigio quando siano puliti si avvicinano con un colore bianco.

Hanno un color proprio solo l'oro, giallo, il titano ed il rame, rosso. Questa tinta però è in relazione al loro stato di aggregazione, perchè se ci

mezzi chimici li riduciamo in fina
polvere si presentano tutti neri. La
tinta modifica poi secondo che i rag-
gi luminosi arrivano dal corpo fino
a noi, o dopo una serie di riflessioni
per cui una parte sia stata assorbita;
ed è appunto per queste riflessioni
intermedie, laterali, che se noi guar-
diamo un calice d'oro nell'interno,
ne scorgiamo il fondo tinto in rosso
più o meno apparente secondo la
profondità del vaso perchè rimbal-
zando sulle pareti i raggi sono as-
sorbiti.

Densità. Fatta astrazione da alcu-
ni pochi, potassio, sodio, litio (ed altri
che possono separarsi in quantità
un poco considerevole) gli altri sono
tutti più pesanti dell'acqua comin-
ciando dall'alluminio il cui peso speci
fico supera di poco quello del legno

Terminando al platino il cui peso spe-
cifico ascende a 21,15, e quando esso è
lavorato a colpi di martello sale fino
a 23. La densità di cui si parla general-
mente è la densità del solido forma-
to da particelle che si aggregano, ma
reso quando il metallo è compresso, bat-
tuto laminato.

Fusione. Da alcuni anni a questo
oggi puossi dire che tutti i metalli so-
no fusibili dopochè il Platino si fu-
se mediante la sorgente calorifica
di una fiamma a gas idrogeno alimen-
tata da un getto d'ossigeno puro. Per
alcuni metalli, come col platino man-
ganese, cobalto che fondono a tempe-
rature elevatissime mancano gli
stromenti perfetti per determinar-
le precisamente e conviene accontentarsi
tarsi d'indicare la tinta particolare
bianca, candente, rossa, azzurra che il

corpo assume mano a mano si avvici-
na al punto di fusione.
Ma per gli altri metalli si potè de-
terminare con esattezza il punto ~~esat-~~
~~tezza~~ di fusione, ed ecco alcune cifre
principali

Il Mercurio fonde a		a − 39°
" Rubidio	" "	+ 38°.5
" Potassio	" "	+ 63°
" Piombo	" "	312°
" Zinco	" "	370°
L'argento	" "	1012°
Il Rame	" "	1092°
" Ferro	" "	2118°

Volatilità. Tutti i metalli si po-
terono volatizzare a diverso grado di
calore secondo la loro natura, nella
fusione dell'argento ed anche in quel-
la del platino recentemente ottenu-
ta si sollevano dei vapori in lieve

quantità
Però questa proprietà non è relativa in confronto della volatilità degli altri corpi che si riducono abbondantemente allo stato di vapore, solo alcuni volatizzano a basse temperature come il mercurio da cui si innalza lieve quantità di vapore anche all'ordinaria temperatura.
Malleabilità. Parecchi metalli possegono la proprietà di lasciarsi ridurre in lamine e foglie più o meno sottili. Alcuni metalli non sono malleabili, lo zinco alla temperatura ordinaria non si distende alla percossa ma si frange; per poterlo laminare si riscalda a 150° e se ne ottengono allora quelle lastre di zinco che si usano in luogo della latta perchè resistono di più agli agenti esterni. Un metallo si dirà più o meno malleabile secondo

che si presta più o meno facilmente a lasciarsi tirar in lamine e foglie; quindi sono malleabissimi l'oro e l'argento da cui si ottengano foglie sottilissime passandoli per il laminatojo, le foglie poi d'argento e d'oro si riducono al minimo spessore mediante il martello.

Duttilità. Molti metalli hanno la proprietà di lasciarsi tirare in fili, allungare per forza di trazione mediante la filiera, ordinariamente la malleabilità è congiunta alla duttilità e in grado eguale, ma vi hanno corpi molto più duttili che malleabili, come il piombo che è molto malleabile, ma poco duttile.

Tenacità. La tenacità è la proprietà di resistere alla trazione ed è evidente che sia in intimo rapporto con la duttilità. Essa si misura confrontando

il diverso sforzo calcolato a peso che si richiede per spezzare fili di diversi metalli a parità di condizioni. Si fissò a 0,m 002 la grossezza del filo e sospesovisi attaccato un piatto da bilancia di peso determinato che si caricò di pesi finchè il filo si ruppe. Così si trovò che il ferro è il più tenace perchè sopporta un filo di 0.m 002. un peso di 250 Cg. il rame si rompe sotto il peso di 137 Cg. lo zinco a 50 Cg. il piombo è il meno tenace perchè 12 Cg. spezzano un filo 0.m 002.

Durezza. La maggiore o minore resistenza opposta da un corpo a lasciarsi scalfire da altri, misura la sua durezza che volgarmente confondesi colla tenacità ogni qualvolta si misura collo sforzo impiegato a rompere il corpo. Il vetro a mo' d'esempio, e il diamante sono corpi abbastanza duri eppure sono

fragili.
Di due corpi si dirà il più duro quello che strofinato sull'altro lo intacca. I metalli non sono in generale molto duri il sodio e potassio sono tenerissimi e si tagliano coll'unghia, l'oro, l'argento, il rame si lasciano scalfire dal carbonato di calcio, lo zinco dal vetro, il più duro dei metalli è il ferro che unendo la durezza alla tenacità è un corpo preferito al rame nelle industrie ed anche nei fili telegrafici sono più resistenti quando sono fatti di ferro anziché di rame.
Leghe metalliche. La lega metallica è l'unione di due o più metalli tra loro, e si ottiene fondendo i metalli che la costituiscono in proporzioni determinate. La lega così ottenuta è una vera combinazione chimica de' metalli, secondo i più recenti studj, ed avviene

secondo le leggi chimiche in determinate proporzioni. Però siccome le proporzioni che si fanno empiricamente variano secondo la tinta, la durezza che deve avere la lega, e lo scopo cui deve servire, per cui non potendosi avere sempre una combinazione con qualunque proporzione, si avrà nella maggior parte dei casi la formazione del vero composto chimico che si diluirà nell'eccesso dell'uno e dell'altro metallo impiegato.
Molti metalli sono di per sè poco importanti, ma danno origine a leghe importantissime perciò che in esse si modificano alcune proprietà dei singoli componenti, ed esse leghe si prestano ad usi cui il metallo si presta men bene, o non si presta affatto. Così nelle monete non s'impiega puro oro od argento ma si allega una certa quantità

di rame, e ciò non solo per accrescere le dimensioni della moneta, ma perchè i metalli puri son teneri, e nell'uso le monete si logorerebbero facilmente. Si forma la lega chimica che poi si diffonde nell'eccesso del metallo.
Così pei caratteri della stampa occorrendo una sostanza fusibilissima atta a ricevere le più minute impronte, e poco fragile e malleabile, resistente senza schiacciarsi o sformarsi alle pressioni dei torchi, si legarono insieme il piombo troppo malleabile e l'antimonio troppo fragile e si ebbe una sostanza che serve mirabilmente allo scopo.
Così pure una lega che si adopera per la sua fusibilità ed attitudine a ricevere facilmente impronte è quella che dicesi lega <u>fusibile</u>. ma consta di cadmio bismuto, stagno, i quali tutti for-

dono a temperature superiori di 100°
mentre questa lega fonde sotto i 100°
ed un pezzetto d'essa scaldata nell'acqua
fino all'ebollizione, fonde e si mantie-
ne fuso per qualche tempo, sino a che
la temperatura dell'acqua divenga infe-
riore al punto di fusione della lega stes-
sa.
La lega assume il nome particolare di
amalgama, quando uno dei metalli
allegati è mercurio, e l'amalgama
si forma direttamente al contatto
del mercurio col metallo. Il composto
chimico del metallo col mercurio è so-
lido, ma trovandosi in un eccesso di
mercurio che è liquido si scioglie e si
ha un amalgama liquido.

Classificazioni varie dei metalli

Il legame reciproco che si riscontra

ai vari metalli per loro proprietà per-
mette di dare una giusta classifica-
zione in famiglie e gruppi distinti
tanto più necessaria per la loro im-
portanza perchè sono molto più nu-
merosi dei metalloidi. Il criterio at-
tualmente seguito consiste nella loro
affinità chimiche, nel modo di com-
portarsi nelle reazioni, e nel nume-
ro e qualità dei loro composti.
Però abbiamo anche altre classifica-
zioni più antiche come le seguenti,
ora abbandonate massime la prima,
ma che sono da ricordarsi o perchè dan-
no un'idea di certi caratteri dei metal-
li, o perchè da esse si conservano espres-
sioni usate tuttora.

Classificazione rispetto alla solubilità degli ossidi nell'acqua.

1. Gr. Metalli alcalini

Questi hanno ossidi dissolubissimi nell' acqua a forte reazione alcalina.

2. Gr. Metalli acalino-Terrosi

Questi hanno ossidi però solubili nel- l'acqua a forte reazione alcalina. La condizione essenziale perchè si abbia una reazione, è la solubilità del cor- po reagente. Gli ossidi dei metalli alca- lini, Terrosi si sciolgono nell'acqua in menome quantità impercettibili al- l'occhio ma queste piccole quantità bastano a ricondurre all'azzurro la tin- tura di tornasole arrosata dagli acidi, così avviene appunto con poche gocce d'acqua di calce che contengono quanti- tà qualità esilissime d'ossido di calcio sciolto.

3° Gr. Metalli Terrosi

Questi hanno ossidi poco solubili e

senza reazione alcalina. Tale sarebbe l'alluminio il cui ossido, noto col nome d'allumina, è uno dei componenti essenziali dell'argilla o creta volgare. Esso si scioglie in tenuissima quantità nell'acqua, e non ha reazione alcalina.

4.° gr. Metalli propriamente detti, o pesanti.

Questi hanno ossidi insolubili nell'acqua. In questa categoria sono riuniti i principali metalli e più comuni, i quali hanno un peso specifico maggiore di quello dell'acqua, mentre il sodio, il potassio ec. (1.° gr.) l'alluminio, il calcio (2.° gr.) sono pesanti o meno dell'acqua, o poco più.

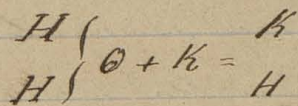
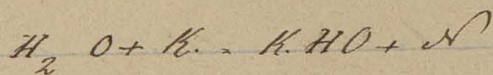
II°

Classificazione secondo l'attitudine e la facilità a decomporre l'acqua.

1.° Gr. Metalli che decompongono l'acqua all'ordinaria temperatura

Questi metalli decompongono l'acqua appena vengono a contatto con essa, le tolgono l'ossigeno, e lasciano in libertà l'idrogeno. Fra questi troviamo il potassio, il sodio, il calcio, il litio, e quei metalli recentemente scoperti come Cesio, Rubidio, Tallio ecc.
Quindi per esempio, se si getta un pezzetto di potassio nell'acqua esso decompone l'acqua si combina all'ossigeno, e sviluppa nella reazione chimica tanto calore che l'idrogeno che si svolge si accende e brucia, e poichè nella fiamma bruciano anche vapori di potassio, essa secondo la proprietà di questi vapori si tinge d'un bel violetto, perchè i vapori di potassio e dei suoi composti danno alla

fiamma un bel colore violetto: il gas poichè è posto in libertà laddove il globetto è a contatto con l'acqua, urta il globetto di potassio in senso inverso a quello della spinta ond esso si agita sulla superficie liquida, per cui si vede una fiammella violetta galleggiare sull'acqua e muoversi di qua e di là finchè si spegne con un piccolo scoppio ed il composto che s'è formato è secondo la reazione:

$$H_2O + K = K.HO + H$$

$$\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} O + K = \begin{matrix}K\\H\end{matrix}$$ si rinvenghe nell'acqua, questo composto non è che l'ossido idrato di potassio, la potassa K.HO bianca, solida, ma solubilissima nell'acqua a forte reazione alcalina. Questi metalli si combinano facilmente all'ossigeno atmosferico, e benchè sieno forniti d'una

splendore metallico bianco argentino appena si pongano a contatto dell'aria, si offuscano e si rivestono d'una crosta che dovrebbe esser bianca candida ma ha il color rossigno dell'ossido di ferro che si forma perchè essi si ottengono ad alte temperature in recipienti di ferro. Essi si conservano sotto il petrolio per garantirli dall'azione dell'ossigeno atmosferico.

2° G. Metalli che decompongono l'acqua al di sopra di 50°.

Questi non la decompongono a freddo ma basta un leggiero riscaldamento. Tali sono, l'alluminio, il magnesio, il manganese ec. L'alluminio conserva lo splendore metallico più del magnesio che si ossida facilmente. Il magnesio riscaldato brucia ad alta temperatura a contatto dell'aria, si

si accende con una fiamma molto viva, dando formazione ad ossido di magnesio che in parte sfugge sotto forma di fumo, in parte rimane aggregato, si riduce in polvere che è solubile nell'acqua come la calce ed ha reazione alcalina. Della fiamma del magnesio si giovano i fotografi perchè è una fiamma che da azione sui preparati chimici, e si adopra ove manchi la luce solare per esempio nelle caverne. Siccome le lampade di magnesio in cui un movimento d'orologeria fa avanzare il nastro in modo che svolgendosi da un rotolo arda sempre, uno specchio concavo riflette la luce.

3° Gr. Metalli che decompongono l'acqua al color rosso-scuro.

Queste sono espressioni tecniche fon-

=date sul fatto che i metalli fortemente riscaldati mutano colore a seconda delle temperature, per esempio, il ferro va cambiando colore per modo che questo da rosso ciliegia passa fino al color rosso bianco. Queste espressioni s'adoperano a designare quelle elevate temperature cui non basta il termometro. A questo gruppo appartengono il nikel, il cobalto, il bromo, lo zinco, il ferro ecc. Infatti quanto al ferro, è per questo una proprietà ch'esso si adopera riscaldato al color rosso scuro per decomporre il vapor acqueo ed averne l'idrogeno.

4° Gruppo. Metalli che decompongono l'acqua al color rosso vivo

---

Non s'appartengono che i metalli rari, come l'osmio, molibdeno ecc

5° Gruppo. Metalli che non decompongono l'acqua a nessuna temperatura.

Questo massimo grado di temperatura richiedesi per alcuni metalli per operare la decomposizione dell'acqua e tali, il rame, il piombo ecc.

6° Gruppo Metalli che decompongono l'acqua al color rosso bianco

---

Risalendo dai metalli che decompongono l'acqua a qualsiasi temperatura appena vengono con essa a contatto attraverso i varj gradi, troviamo in questo sesto gruppo quei metalli che non decompongano l'acqua a nessuna temperatura. Tali sono il mercurio, il palladio, l'argento, l'oro, il platino, i quali quindi non si combinano di-

rettamente coll'ossigeno per formare i loro ossidi; questi in generale non si possono ottenere se non per vie indirette (tranne il mercurio che si combina lentamente all'ossigeno quando vi si trova a contatto dopo un forte riscaldamento) e non sono poi mai composti stabili che si scompongono sotto un riscaldamento non troppo forte, lasciano in libertà l'ossigeno che sfugge, mentre il metallo rimane allo stato puro.

Giacimenti dei metalli in natura

In natura i metalli esistono allo stato libero ed allo stato di combinazione; taluni ora si trovano se non allo stato libero come l'oro, il platino, che rinvengonsi sempre puri dal riguardo chimico, o in filoncini aderenti alle

roccie quarzose, od in sabbie e pagliuzze, questi si trovano come dicesi in stato nativo, scevri da qualsiasi combinazione, altri invece trovansi sì allo stato nativo che in quello di combinazione, così l'argento che si rinviene puro nonchè allo stato di solfuro, e di amalgamana, il mercurio trovasi allo stato nativo ed allo stato di solfuro (cinabro) Molti metalli poi non si incontrano che allo stato di combinazione in quei minerali da cui con particolari processi metallurgici si ricavano, tra questi abbiamo il ferro che si rinviene in piccolissima quantità in quelle pietre meteoriche, bolidi meteoroliti che cadono talvolta sulla superficie terrestre, mentre si rinviene in copia combinato allo zolfo (nella pirite o solfuro) col carbonio (carbonato), coll'ossigeno.

Il maggior numero dei metalli tranne l'oro, il platino ed altri pochi, si rica: vano dalle loro combinazioni con processi nei quali approffittasi delle affinità chimiche per separare i componenti del minerale: per esempio assogettando il solfuro di ferro alla torrefazione in appositi forni od in grandi cataste come si usa nell' Agordo pel minerale di rame pel quale si richiedono più mesi perchè l'operazione si compia, risultando cioè la pirite di ferro e facendola attraversare da una corrente d'aria, per modo che lo solfo bruci dando origine ad anidride solforosa e lasci in libertà il metallo che a quell'alta temperatura si ossida, allora l'operazione riescirà agevole perchè si riduce l'ossido metallico così ottenuto, cioè si adopera per spogliarlo dell'ossigeno, un corpo che dicesi riduttore

è il carbone il quale sotto qualsiasi forma ad elevate temperature spoglia l'ossido metallico dell'ossigeno e lascia il metallo puro in libertà; il quale dicesi quindi ridotto.

Analisi Chimica

L'operazione importantissima pel commerciante allo scopo di svelare le sostituzioni arrecate alle merci, si è quella dell'analisi chimica.
L'analisi chimica ha per scopo di determinare la qualità dei componenti d'un dato composto ed in appresso trovato questo determinarne anche la quantità: per cui essa si distingue in qualitativa e quantitativa.
Quando per esempio la presenza d'una sostanza noi vorremo conoscere, in un altra converrà ricorrere a quei caratteri

che essa presenta, a quei fenomeni cui dà occasione. Se si vuol sapere se una sostanza è acida od inacida, se ne versa un poco nella tintura di tornasole, ove questa arrossi si avrà la certezza che nella sostanza analizzata almeno esiste una sostanza avente reazione acida. Questo fenomeno e tutti quegli altri che si manifestassero sviluppo di colore, effervescenza, formazione di precipitato ecc. si dicono reazioni e reagenti quei corpi che s'impegnano a dar occasione al manifestarsi di tali fenomeni. Nell'analisi chimica si adoperano spesso diverse operazioni per separare l'un corpo da un'altro, per facilitare la reazione e tali sono:

Soluzione

La soluzione consiste nel ridursi allo stato liquido un corpo, quando si

adoperi un altro liquido che si dice sol-
vente.
Quando un corpo posto in un liquido
sparisce a poco a poco e si liquefà in
seno del solvente si può dire che il cor-
po sciogliesi nel liquido. La soluzio-
ne chiamasi con lo stesso nome sia
che si tratti di corpi solidi come di
gas. Varia la natura del solvente
e la quantità che se ne scioglie asse-
conda del corpo solubile, così per esem-
pio lo zucchero è solubilissimo nel-
l'acqua, essa acqua non scioglie che
in piccola quantità il gesso, la calce
la magnesia ciò scioglie le gomme
ma non le resine benchè di egual
le origine, per le quali occorre l'al-
cool o l'essenza di trementina, così
il zolfo è insolubile nell'acqua, e
il vero suo solvente è il solfuro di
carbonio. Dicesi che una soluzione

è satura, quando il solvente non può
sciogliere più di quel dato corpo.

Fusione

La fusione pure riduce i corpi solidi
allo stato liquido, ma differisce dalla
soluzione in ciò che la liquidificazio-
ne di corpi avviene per opera del calo-
re. Varie sono le temperature cui
fondano i corpi, e a due estremi trovia-
mo ancora la cera ed il platino. Non si
potrà pertanto dire soluzione il fatto
per cui un corpo rendesi liquido per
operare del calore. I recipienti che
si adoprano per la fusione diconsi
crogiuoli e possono esser formati
di sostanze diverse, di grafite, di
gres, di porcellana, di platino.

Evaporazione

L'evaporazione è quella operazione per
cui si riduce un corpo allo stato di va-
pore ed è molto frequente nel campo

dell'analisi per allontanare un dato
liquido da una soluzione ed ottene-
re per residuo solido quel corpo che
nella massa del liquido rimane sciol-
to e diffuso. Nel far evaporare un
liquido, non lo si fa mai bollire, chè
gli spruzzi del liquido bollente ne di-
sperderebbero una parte colla materia
che vi fosse sciolta, operandosi quindi
lentamente l'evaporazione e non
innalzandosi vapori se non dalla su-
perficie del liquido i recipienti per
l'evaporazione devono presentare u-
na larga superficie sopra una picco-
la colonna di liquido, e tali sono quel-
le capsule di porcellana, d'argento,
di platino che si usano nei laborato-
rj. Per ajutar l'evaporazione si
può bensì ricorrere al fuoco, ma
non si riscalda il liquido a fuoco
nudo perchè non si potrebbe regola-

re in modo da non giungere alla ebolli-
zione, si usano invece i bagni ad a-
cqua (bagni-maria) nome che par
derivi dell'esser usata in antico l'acqua
del mare. Nei laboratorj si adopera
un recipiente di cui si può allargare o
restringere l'apertura mediante cen-
tri concentrici che s'adattano l'uno
all'altro. Quando si tratti di guaren-
tire i recipienti di vetro o di porcella-
na dall'azione diretta del fuoco, si
circonda la capsula che contiene
il liquido evaporante di sabbia che
si riscalda direttamente si adopera cioè
quello che dicesi inesattamente bagno
di sabbia.

Cristallizzazione

Quando si fa evaporare un liquido
che contenga sciolto un altro corpo que-
sto si depone e si concreta in forma
solida, molti corpi hanno la proprietà

di assumere nell'atto in cui si concretano, forme regolari geometriche che diconsi cristalli, e che piuttosto parrebbero formati artificialmente che non dalla natura. Questa cristallizzazione si ottiene sia che il corpo sia stato liquefatto col calore o sciogliendolo in un liquido, e dipende da una proprietà essenziale intrinseca del corpo per cui le particelle hanno la facoltà di aggregarsi sempre in tal forma in modo da produrre queste forme regolari geometriche quando esse sieno libere d'aggregarsi lentamente, perchè in una evaporazione rapida a secco, od in un raffreddamento repentino non si ottengono mai cristalli, ma si ha un solido informe, questa proprietà si indica sempre nella descrizione dei corpi.
Per esempio si scioglie del sale comune

nell'acqua e poi si fa evaporare lenta-
mente la soluzione, in modo che essa
si riduca satura, e lentamente si ve-
de deporsi il sale sotto forma di cu-
bi che vanno man mano crescendo di
volume.
Si dice quindi che il cloruro di sodio è
cristallizzabile in cubi. Si adopera fre-
quentemente la cristallizzazione per
depurare alcune sostanze, come se
per esempio si avesse un corpo atto a
cristallizzare lo si scioglierebbe in
qualche liquido, e mediante l'evapo-
razione, le sue particelle che sono in
maggior quantità delle sostanze e-
stranee si deporrebbero in forme
cristalline, e le sostanze estranee ri-
marrebbero sciolte nel liquido rimanen-
te.

Distillazione

La distillazione è una evaporazione

condotta in recipienti chiusi, in modo che quand'anche da una soluzione si voglia scacciare il liquido solvente facendolo passare allo stato di vapore, questo liquido nuovamente condensato si raccolga e non se ne perda. Essa si adopera quando si voglia separare un liquido dalle materie solide e dai altri liquidi meno volatili che esso contiene sciolti, per esempio, quando si voglia concentrare l'alcool mescolato all'acqua, lo si porta alla temperatura di sua ebollizione che è inferiore a quella dell'acqua, e si raccolgano e condensano le prime porzioni che sfuggono di vapore, che contengono buona parte dell'alcool. Essa serve altresì per depurare un liquido dalle sostanze estranee, lo si fa bollire, se ne raccolgono i vapori e si ha il liquido purificato. Così si distilla l'acqua per avere l'a-

qua pura distillata. La distillazione si adopera in piccolo nelle storte, si pone all'interno il liquido lo si riscalda con una lampada, o sopra un fornello. Così porta all'ebollizione i vapori non trovano altro sfogo che il collo della storta, e questo essendo più freddo vi si condensano e cadono in goccie che si raccolgono in un pallone addattato al collo della storta. Le materie estranee o di liquidi meno volatili rimangono nella storta.
Nei laboratorj e nelle industrie si hanno grandi recipienti che diconsi lambicchi, i quali sono d'ogni dimensione per prestarsi a qualsiasi distillazione. Si compongono di una caldaja cilindrica di rame, mentre le altre parti che devono essere a contatto del liquido si fanno di stagno purissimo: sulla bocca della caldaja che si

prolunga in un collo. Quando i vapori si sollevano dal liquido, dapprima si condensano nel capitello e ricadono nella caldaja, ma si raccolgono in un canaletto circolare da cui passano poi nel tubo adduttore, in seguito pel continuo giunger di vapore la temperatura del capitello s'innalza, i vapori non si condensano più e penetrano nel collo del cappello. A questo collo si adatta un appendice allo scopo di non perder vapore, e questo appendice consiste in tubo che si adatta al collo del recipiente distillatore, e si colloca entro un recipiente più ampio per modo da poterlo circondar d'acqua per risparmiare spazio, si ravvolge a spira e riceve perciò il nome di serpentino o refrigerante. Il vapore che sfugge dal lambicco penetra nel serpentino vi si raffreda e condensa, passa di

nuovo allo stato liquido lo percorre tutto
ed esce per l'estremità opposta. Nei la-
boratorj chimici si usano generalmen-
te piccoli apparecchi in vetro, quando
non si tratti di gran quantità di li-
quido, e si usano storte tubulari per
poter versare il liquido senza bagna-
re il collo della storta. Si osserva poi
che l'acqua si ottiene distillata imme-
diatamente, perchè si adopera i vapori
dei bagni ad acqua per evaporazione
ed e poi si conduce in un serpentino
ove si condensa.

Precipitazione

Quando si uniscono due liquidi che
reagiscono insieme e che contengono
sciolte sostanze aventi chimica tra lo-
ro, questa reazione determina la forma-
zione di un nuovo corpo che talvolta
se è insolubile nel liquido rimanen-
te, si depone al fondo, si sedimenta, si

precipita

Da ciò quest'operazione della precipitazione cui si ricorre spesso nell'analisi specialmente nella quantitativa perchè se sia necessario determinare la quantità d'una sostanza che sia in un liquido, vi si versa un'altra sostanza che se ne impossessi interamente dando origine ad un composto, il quale quando sia insolubile si depositerà al fondo, dalla quantità di questo corpo precipitato si determina con un semplice calcolo, la quantità di quello che si ricerca.

Così per esempio: se un liquido contiene del bario vi si versa un poco d'acido solforico, tosto si forma il solfato di bario insolubile che precipita, ed al cui peso si determina la quantità del bario che si cercava.

Il separare il precipitato del residuo li-

quido servono la decantazione e la fel-
trazione.

Decantazione

Allorchè si lascia in riposo un liquido
in cui sia avvenuta la precipitazione
in modo che tutta la parte solida vada
al fondo, la decantazione serve per sepa-
rare il liquido sovrastante al precipi-
tato, almeno in parte, si inclina lie-
vemente il recipiente in modo che il
liquido si versi, e s'adopera un baston-
cino di vetro per accompagnare il liqui-
do senza che scorra lungo le pareti
del recipiente. Il liquido così decan-
tato contiene però sempre una porzio-
ne di polvere galleggiante che non pre-
cipitò e rimase aderente alle pareti
del vaso per togliere le ultime porzioni
di pulviscolo si ricorre alla sottrazione
e si filtra sempre il liquido che rima-
ne in fondo del recipiente, e che non

sarebbe possibile decantare senza tra-
scinarsi seco gran parte di polvere.

Feltrazione

Il feltrare un liquido torbido consi-
ste nel farlo passare attraverso i pori
ma non la polvere, per cui esso risulta
limpido e la polvere resta nel feltro.
Ne' grandi laboratorj e nelle indu-
strie si usano feltri di tela, ma
nelle analisi chimiche molto esatte
si adopera carta senza cola, o carta bibu-
la. Feltrato il liquido si versa sul
feltro un po d'acqua all'intorno per
lavare quella parte di precipitato che
fosse rimasta aderente alla carta del
feltro, per cui conviene che questa non
sorpassi gli orli dell'imbuto perchè
assorbirebbe per capillarità una
proporzione di liquido, e non lo si
potrebbe poi ben lavare.

Sublimazione

Questa operazione che si applica spesso, consiste nel depurare un corpo che ad una data temperatura volatizzi e sia commisto a sostanze estranee meno volatili, riscaldandolo in modo che si riduca a condizione di vapore che si condensa poi in polvere sulle pareti più fredde del recipiente. Il corpo si colloca al fondo d'un matraccio ed il vapore che si solleva in seguito al riscaldamento si attacca alla parte superiore a guisa di crosta e si ottiene il corpo purissimo perchè le impurità restano sul fondo del matraccio. Questo processo adoprasi per quei corpi che ne laboratorj chimici occorrono purissimi e che agevolmente si riducono allo stato di vapore.

Asciugamento

L'asciugamento è molto importante

a determinare al peso esattamente la quantità d'un corpo nell'analisi quantitativa, per liberarlo dall'umidità, anche se questa sfugge all'occhio ed al tatto, poichè se pure una sostanza sembra asciutta, essa contiene tanto vapor acqueo assorbito dalla umidità igrometrica dell'aria da esservi notevole differenza di peso tra la sostanza secca ai nostri occhi, e quella stessa disseccata coi mezzi offerti dalla scienza chimica.

Se il corpo da disseccarsi è un precipitato, lo si lascia sul feltro tanto tempo che basti ad ottenere il maggior disseccamento possibile alla temperatura ordinaria od a quella un poco più elevata che si ottiene collocando il feltro su di una stufa comune.

Per togliere le ultime traccie di umi-

dita che il corpo tenacemente tiene, con-
vien riscaldarlo a temperature diverse
secondo la natura del corpo che si deve
disseccare; basta per lo più la tempera-
tura di 100° per molte sostanze, al-
tre come le argille richiedono ben 180°,
vi hanno poi alcune sostanze che non
si arroventano nei crogiuoli, come il
solfato di bario.
Però in generale si adoperano stufe
apposite, costituite da un recipiente
che da tutti i lati tranne quello ove
è il portello, è a doppia parete, nell'in-
terno esso è vuoto e contiene un soste-
gno per collocare i crogiuoli od i ve-
tri d'orologio ove si trova la sostan-
za da disseccare. Questa stufa ha due
fori, uno dei quali angolare pone
in comunicazione l'esterno col vano
delle due pareti, e l'altro centrale che
fa comunicare l'esterno coll'interno.

della stufa.
Quando la sostanza si disecchi alla temperatura dell'acqua bollente soltanto, si chiude con un sughero il foro centrale e si riempie il vano d'acqua per due terzi, e posta nella stufa la sostanza da diseccarsi, si colloca la stufa su di un sostegno, e la riscalda con una lampada portandone l'acqua alla temperatura di 100°, le materie da diseccarsi trovandosi tutta circondata da acqua a 100°, trovasi alla temperatura voluta, si disecca, e basta mantener l'acqua a 100° senza che sia necessario misurarne la temperatura.
Quando occorre temperature più alte di 100° si lascia il vano pieno di aria si stappa il foro centrale e lo si chiude con un altro tappo attraversato da un termometro la cui scala

resti al di fuori quindi con una lam-
pada si riscalda finchè il termometro
segna la temperatura voluta, allora
si mantiene la lampada alla stessa
altezza finchè la materia sia com-
pletamente diseccata, ciò che si sa quan
do non diminuisca più di peso, locchè
si trova dopo varj tentativi con la bi-
lancia. Insieme alla stufa occorrono
i diseccatori perchè non si può pesare
la sostanza diseccata mentre ancora
calda, e non la si può lasciar raffredda-
re all'aria ~~xxa~~ aperta.
Non si può pesarla ancor calda perchè
danneggierebbe il piatello della bilan-
cia, e poi perchè la pesata non potrebbe
riuscir bene, esatta finchè la sostanza
si trovi a temperatura superiore a quel-
la dell'atmosfera. Conviene dunque
attendere che la sostanza raffreddi man
mano che si raffredda assorbirebbe l'u-

=midità scaricata. Per evitar questo si hanno i disseccatori ove si colloca la sostanza calda che si lascia raffreddare e può lasciarsi anche per alcuni giorni senza che assorba umidità perchè tro=vasi in una atmosfera che ne è inte=ramente secca. Il disseccatore consi=ste in una campana, o in bicchiere con gli orli molati, ed uniforme, che dopo aver unto si capovolge su un pezzo di lastra di vetro smerigliato per toglier la levigaterra. Nel vuoto di questa campana si colloca la sostanza disse=cata, avendo così di porre una piccola ca=psula contenente qualche sostanza avida di vapor acqueo come ossido di calcio, calce viva, per cui l'interno tro=vasi spogliato di vapor acqueo.

Analisi qualitativa in particolare

Il maggior numero dei corpi semplici è costituito dai metalli, e mentre per

metalloidi, corpi in gran parte aeriformi, si hanno saggi speciali pei metalli l'analisi sarebbe lunga se si dovessero ricercare a tentoni le diverse reazioni per trovare la sostanza metallica che trovasi in una qualche combinazione. È perciò necessaria una guida pronta e sicura che dimostri facilmente il gruppo cui appartiene il corpo che si analizza.

Questo mezzo pronto e sicuro, il fondamento dell'analisi qualitativa è la azione di un gas solubile nell'acqua H_2S l'idrogeno solforato od acido solforico. Questo gas si può adoperare ad allo stato gasoso esponendo il metallo ad una corrente del gas, o facendo attraversare una soluzione metallica da questa corrente, ovvero usando una soluzione acquosa di idrogeno solforato. Esso ha una grande affinità pei me-

talli per formare il solfuro, decompone tutte le sostanze metalliche sciolte e si combina al metallo formando il rispettivo solfuro. Mentre attacca tutte le soluzioni metalliche ~~neffi~~na esclusa, attacca poi alcuni composti metallici insolubili, ed anche alcuni metalli allo stato libero. Vi ha tra questi l'argento, e gli oggetti che nazgono costituiti annerisiono lentamente più o meno secondo che sono esposti a maggior quantità del gas, che si sviluppa quale prodotto abbondantissimo dalla decomposizione delle sostanze organiche, che contengono solfo per la maggior parte, quindi si offuscano cuchiai e le forchette d'argento usate colle uova atte o con la carne perchè nella cottura ~~[illegible]~~ si sviluppa dell'idrogeno solforato, per l'esistenza del solfo

nell'albumina e fibrina: questo gas si svolgerebbe in gran copia se carne ed uova cadessero in putrefazione.
Non è poi che un volgar pregiudizio l'esperimentar la venefìcità od innocuità dei funghi con un cucchiajo d'argento, poichè la sostanza venefica la fungina non attacca l'argento ed invece può esser dell'idrogeno solforato svoltosi nella cottura che annerisca il cucchiajo.
Questo gas attacca dunque i metalli e decompone tutte le soluzioni metalliche, formando dei solfuri; ma questi hanno delle proprietà particolari di cui si profitta per aver un criterio nell'analisi, e raccogliere i metalli in quattro gruppi secondo il modo con cui si comporta con essi l'acido.
Trattando dunque una soluzione me-

tallica coll' idrogeno solforato, secondo che si ha un dato fenomeno si ricorre per le ricerche speciali, a quel gruppo particolare, restando esclusi tutti quelli che danno reazione diversa. L' idrogeno soltanto determina una reazione generale che limita il numero delle ricerche speciali a pochi metalli, tra questi bisognerà poi tentare con diversi reagenti la scoperta del metallo di cui si tratta.
Considerando i solfuri metallici determinati dall' idrogeno solforato si trova intanto che quando conviene a contatto con una soluzione metallica, o si forma un precipitato, o si ha una soluzione che si mantien limpida, nel primo caso si ha un solfuro insolubile nell' acqua (perchè si ha la soluzione acquosa) nel secondo un solfuro solubile.

Supponiamo d'aver ottenuto un precipitato, saranno esclusi tutti i corpi che danno solfuri solubili nell'acqua; e tra i corpi che rimangono si cercherà quali diano solfuri insolubili; l'acido ordinariamente adoperato è l'acido cloridrico, si aggiunge alla soluzione acquosa un po di quest acido e si osserva se il precipitato resta ancora insolubile o no se si scioglie, si forma un cloruro per la decomposizione del solfuro e resta libero l'idrogeno se non si scioglie si ricorre al solfidrato d'ammonio H_4 S. e si ricerca se il precipitato è solubile o no in questo liquido. Allora le ricerche speciali sono limitate a sei o sette metalli, come dalla tavola.

S.

Solfuri insolubili nell'acqua			Solfuri solubili in H_2O	
Solfuri insolubili negli acidi		Solubili negli acidi	Precipitabili da un Carb. Alcal.	Non precipitabili dal Carb. Alcal.
Insolubili in NH_4S	Solubili in NH_4S	Fe	Ba	K
Cu Hg	AS	Co	Sr	Na
Bi Cd	Su	Ni	Ca	Li
Pb	Sb	Mn	Mg	(NH_4)
Ag	.	Zn		

S'abbia per esempio la soluzione metallica, la si acidula con poche goccie di HCl, vi si versa H_2S, si ha un precipitato nero che si depone, il metallo non può appartenere al gruppo di quelli che danno solfuri solubili negli acidi; si versa un poco di solfidrato d'ammonio, e supponiamo che il solfuro resti insolubile. Allora ricorreremo alle reazioni speciali per scoprire il metallo che si esamina e se per esempio versando una goccia d'am-

moniaca si formò un precipitato cilestro
d'un azzurro magnifico, il metallo è il ra-
me; se si ha un precipitato giallo bian-
co, è il mercurio. La ragione con H_2S
serve da reazione speciale quando un
metallo del primo gruppo dà un preci-
pitato giallo, trattasi allora del cadmio
ma d'antimonio, arsenico, stagno se-
condo che la tinta è più viva e ten-
dente al ranciato, antimonio, o più de-
bole.
Se il solfuro che si precipita in una so-
luzione neutra è bianco, solubile ne-
gli acidi, ma insolubile nell'ammonio
che l'ammoniaca neutralizza l'acido
e resta in libertà l'idrogeno solforato
che determina la formazione d'un
precipitato bianco, trattasi di zinco.
Se si ha un metallo del terzo gruppo
in una soluzione neutra è indifferen-
te adoperare per precipitare il solfuro

ad H_2S o il NH_4S, ma se si tratta di una soluzione acida adoperando il H_2S non si ottiene alcun precipitato, perchè il solfuro si forma bensì, ma l'acido presente lo decompone tosto e si forma un nuovo sale solubile, tanto che si dice che i solfuri metallici del terzo gruppo sono solubili in soluzioni acide. Invece se si adopera NH_4S, si ottiene un precipitato perchè generalmente questo solfidrato preparato facendo attraversare una massa d'ammoniaca da una corrente di idrogeno solforato contiene un eccesso d'ammoniaca, le prime porzioni di NH_4S che arrivano a contatto con la soluzione acida, sono decomposte dall'acido, si forma un nuovo sale d'ammonio e sfugge l'acido solfidrico: allora la soluzione resta neutralizzata, e le porzioni successive di NH_4S ove siano in eccesso

operano come una soluzione neutra e producono la precipitazione dopochè si è decomposto tanto NH_4S da neutralizzare e saturare tutto l'acido. In soluzioni acide non è dunque indifferente usar H_2S, o il NH_4S perchè col secondo si ha, o col primo non si ha precipitato.

Se non si ottiene precipitato da una soluzione metallica nè col H_2S nè col NH_4S si ha un metallo del quarto gruppo e si potrà ricorrere all'altra suddivisione di questo gruppo che consiste nella solubilità o meno di carbonati, che si prova coll'aggiungere alla soluzione un carbonato ed osservare se si ha un precipitato od una soluzione limpida.

Dei chè metalli son quelli per cui basta questa reazione generale per specificarli; tra essi per esempio il cadmio

che si è palesato da un solfuro giallo insolubile nel $N.H_4.S.$ mentre il solfuro pur giallo dell' arsenico è solubile in questo liquido.

Per tutti gli altri conviene ricorrere a reazioni speciali di cui ciascun corpo possiede almeno una, spesso parecchie. Si osservi che quando si ha una sostanza atta a dare un fenomeno caratterestico con uno od altro corpo, essa riceve il nome di reagente, e il fenomeno che caratterizza un corpo si dice reazione.

Così per esempio il reagente pel piombo è il cromato di potassio, e la reazione consiste nella precipitazione di un composto giallo, infatti si ha una soluzione di un sale di piombo e si versa una soluzione d'un sale dato dall' acido cromico, per es. il cromato di potassio, l'acido cromico si so-

stituisce all'acido che teneva legato il piombo avendo maggior affinità pel metallo e forma un cromato di piombo insolubile, noto in commercio col nome di giallo di cromo pel suo colore. Per l'argento il reagente è un composto di cloro, la reazione è un precipitato bianco, solubile in un eccesso d'ammoniaca, perchè l'argento ha tanta affinità pel cloro che gli toglie a tutte le sue combinazioni e forma un cloruro solubile solo nell'ammoniaca, di color bianco, di aspetto caseiforme a fiocchi, come il latte che si coagula in formaggio, e insolubile affatto anche in un eccesso di acido; per facilitare la formazione di tali fiocchetti fa duopo agitare un po il liquido.

Analisi quantitativa

L'analisi quantitativa non si eseguisce

solo colla bilancia, specialmente negli ultimi tempi si diffuse un altro metodo assai preciso che giunge con eguale esattezza agli stessi risultati; e il primo passo verso questo secondo genere d'analisi fu fatto nel campo commerciale per le sofisticazioni di certi prodotti, e fu poi continuato nel campo della rigorosa analisi chimica.

L'analisi quantitativa richiede l'uso di molte di quelle operazioni suddette per poter determinare il peso di qualsiasi sostanza, e più frequente e diligente n'è l'uso che non sia nell'analisi qualitativa: per cui se l'analisi quantitativa è più pratica che teorica, tanto più lo è poi la quantitativa. In questa vi hanno tre estremi.

1°. Isolare il corpo da ogni combinazione e pericolo.

Questo metodo s'impiega di rado, perchè il processo d'analisi preferibile è quello che permette di raccogliere tutto il corpo senza perderne una molecola, e nel modo più facile. Pochi sono i metalli che si possono analizzare quantitativamente, in queste condizioni speciali, isolati, e sono que' corpi che forniti di deboli affinità chimiche si prestano a lasciarsi raccogliere facilmente allo stato libero con facili reazioni, perchè insolubili in gran parte dei liquidi ove si precipitano. A questo processo non si potrebbe ricorrere pel rame, come si ricorre per l'oro e pel platino, giacchè se per esempio, s'immerge in una soluzione azzurra di solfato di rame una lamina ben pulita di ferro, questo avendo maggior affinità del rame per l'acido solforico scaccia il rame

vi si sostituisce formando del solfato di ferro, la tinta del liquido diviene verdognola, ed il rame precipita in gran parte sulla lamina di ferro d'onde precipita poi sul fondo e si distacca a poco a poco, ma se noi ricorressimo a questo metodo per avere il rame, i risultati non sarebbero esatti perchè un poco di rame si ossida perchè non si possono raccogliere dalla lamina di ferro cui sono aderenti, perchè forse una parte del rame resta sciolto nel liquido e non precipita.
2° Il processo che a questo si preferisce è quello di ottenere il corpo nella combinazione più opportuna, che dà un composto insolubile in que' liquidi in cui lo si può raccogliere. Così si ottiene il rame allo stato di ossido, trattando una soluzione salina colla potassa che scaccia l'ossido di

rame per sostituirvisi lasciando in libertà l'ossido di rame insolubile; questo poi si secca e si pesa; per seccarlo lo si arroventa per toglier tutta l'acqua, e pesatolo si calcola dalla formula di composizione quanto rame e quanto ossigeno contenga esso.

3.° Talvolta così, anzi assai spesso, sì nel campo commerciale che nel chimico, si ricorre al metodo di dedurre il peso d'un corpo dalla diminuzione di peso ch'esso subisce. Così per esempio tutti i prodotti contengono quantità rimarchevoli di acqua giacchè tutte le sostanze sono igrometriche ed assorbono il vapor acqueo: anzi uno dei mezzi di sofisticazione di certi prodotti è di bagnarli per accrescerne il peso senza che appaja all'interno; in tal caso appunto si ricorre a questo processo che consiste nel seccar

la sostanza nella stufa a 100°, e pesarla quando essa è privata di tutta l'acqua che contiene nelle sue molecole, quando cioè il riscaldamento ulteriore non produce diminuzione di peso: allora la differenza di peso che si osserva prima e dopo lo riscaldamento dà appunto la misura dell'acqua che sfuggì e di cui si vien quindi a dedurre indirettamente il peso.
Quanto alle analisi quantitative è opportuno soggiungere che le reazioni sono talvolta uguali a quelle delle analisi qualitative, per esempio per scoprire la quantità d'acido solforico contenuto in una soluzione, si ricorre ad un composto del bario, che sia solubile, perchè si precipita tutto l'acido sotto forma di solfato insolubile di bario: questo processo che serve a scoprire l'acido solforico, serve anche

a scoprirne determinarne la quantità, perchè condizione essenziale per l'analisi colla bilancia è che il corpo che devesi pesare sia insolubile nel liquido ove si raccoglie, onde se ne possa raccogliere la totalità poichè altrimenti si avrebbe un peso inesatto e minore perchè manca tutta quella parte che è sciolta nel liquido. Se si pesa una certa quantità di sostanza, e sciolta vi si versa una soluzione di bario, o meglio d'un sale di bario, l'acido solforico s'impadronisce del bario, e il solfato precipita: raccoltolo e disseccatolo lo si pesa e con una semplice proporzione si calcola quanto acido solforico trovasi nel solfato, e perciò nel corpo che volevasi analizzare. Così trattandosi dell'argento lo si precipita con una soluzione d'un cloruro o di acido cloridrico

allo stato di cloruro insolubile, che si raccoglie facilmente e si pesa, ricavandone con una semplice proporzione la quantità dell'argento. Infatti noi conosciamo la formula di composizione del cloruro d'argento che è $Ag\,Cl$ per cui
poiché il peso atomico dell'argento
è 108. 0
e quello del cloro 35. 5
il peso molecolare del cloruro è 143. 5
Se pertanto si ha una lega del peso di 3gr. da cui si siano ottenuti 2gr 3 di cloruro d'argento si istituisce la proporzione:
143.5 : 108 :: 2.3 : x da cui si ha
x = 1gr 713
Perciò 3gr di lega contengono 1gr 713 d'argento e siccome generalmente queste relazioni si esprimono percentualmente onde si ha la composizione

centesimale, per avere il rapporto acentesimale dell'argento, si forma l'altra proporzione

3 : 1.713 :: 100 : x da cui x = 57,1

Non importando dunque pesare il corpo isolato che in molti casi sarebbe difficile, lo si pesa indirettamente in combinazione e se ne calcola la quantità aritmeticamente nel nostro caso la lega contiene su 100 parti 57.1 di argento $\left(\frac{571}{1000}\right)$

Analisi quantitativa volumetrica

Il metodo d'analisi quantitativo che si può usare indipendentemente dalla bilancia si adopra specialmente ne' saggi commerciali per la prontezza e facilità con cui lo si pone in pratica, con una piccola serie di congegni e recipienti, con manipolazioni ben più

parili di quelle delle analisi colla bilancia, di cui non s'ha bisogno.
L'esattezza del secondo metodo non è però minore del primo, e lo si può usare nelle determinazioni più squisite che occorrono nel laboratorio del chimico, come per gli assaggi commerciali in cui non si ha bisogno di tanta esattezza. Egli è appunto anzi pei prodotti commerciali che Gay-Lussac fece il primo passo verso questa importante modificazione del metodo analitico, e da questo tempo l'analisi volumetrica passò al laboratorio chimico.
Chiamasi volumetrica quest'analisi perchè in luogo di ricorrere alle bilancie si impiegano i reagenti che servono a produrre la formazione del composto insolubile. Questi reagenti si adoperano in quantità determi-

nata in un volume pur determinato
di un liquido solvente, poi dalla parte
di liquido impiegato a determinare la
formazione del precipitato, si deduce
la quantità usata del reagente, e
quindi anche la quantità, il volume
del precipitato formatosi, una pro-
porzione di poi l'ultimo risultato
che si ricerca.
Chiamasi liquido normale o titola-
to quel solvente in una determina-
ta quantità del quale si è sciolta
una quantità pur determinata di
reagente. Poichè poi tutte queste mi-
sure di quantità si ottengono misu-
rando i volumi, l'analisi ricevette il
nome di volumetrica.
Se per esempio si vuol determinare la
quantità dell'acido solforico contenuto
in una sostanza, lo si precipita sotto
forma di solfato di bario mediante

un sale solubile del bario. Supponiamo di avere un litro d'acqua in cui è sciolta una data quantità di sale di bario; è chiaro che potremo agevolmente determinare la quantità sciolta in ciascuna frazione di litro, in ciascuna frazione di centimetro cubico, ed in una parte qualsiasi di questo liquido che è appunto il liquido titolato o normale.

Ora se noi abbiamo un recipiente graduato che contenga questo liquido, si potrà misurare esattamente quanto liquido si consuma nella reazione. Si versa adunque nella soluzione che si analizza il liquido normale goccia a goccia, il precipitato bianco che si forma essendo pesante va a fondo, e il liquido rimane limpido abbastanza perchè si possa scorgere la prima goccia di liquido normale che non

produce più alcuna molecola di preci-
pitato. Allora la graduazione del
recipiente indica quanto liquido fu
versato per condurre l'operazione al
punto che non si formasse più solfa-
to, cioè che non vi fosse acido solforico
disponibile; dalla quantità del li-
quido normale si deduce la quantità
del bario impiegato, poi quella di solfa-
to formatosi, e quella dell'acido solfo-
rico che siriceva. Il liquido normale
è una soluzione di cloruro o di ni-
trato di bario nel caso nostro. Per l'ar-
gento invece si adopererà in un modo
affatto analogo un liquido che è gene-
ralmente in soluzione di salgem-
ma. si calcolerà poi la quantità di
liquido e di salgemma impiegata,
la quantità del cloruro formatasi e
quella dell'argento ch'essa contiene.
Mentre il cloruro d'argento si raccoglie

rapidamente nella forma così formato il solfato di bario richiede un certo tempo per precipitare e deporsi; e vi ha un metodo più facile e pronto di questo trattandosi degli acidi.
Per apprestare i liquidi normati, per determinate le quantità dei liquidi impiegate richiedendosi particolari istrumenti di misura che sono fondati sul sistema metrico, che fu sempre adoprato nella scienza, poichè si fanno sempre i calcoli in forma centesimale, e questi stromenti devono essere di dimensioni molto varie; la capacità se n'esprime in centimetri (cubici) e così pure si designano tutte le parti quantitativamente determinate che si considerano nei corpi.
Quando non occorra grande esattezza le misure comuni appartenenti

al sistema metrico, ma in queste una
causa di errore sta in ciò che per forza
di capillarità ed adesione tra il li-
quido ed il vetro la superficie del li-
quido assume quella forma curva
che dicesi menisco, ed è concava per li-
quidi acquosi ed alcoolici convessa pel
mercurio. Se adunque trattisi di mi-
sure molto larghe, che presentino una
superficie espansa di liquido, vi hanno
due maniere di leggere le divisioni (or-
dinariamente segnate nella misura
stessa) o prender quella che corrisponde
alla parte inferiore del menisco, o quella
che corrisponde alla parte superiore di
esso, si sceglie generalmente la prima
ma all'atto pratico è difficile coglier
bene il punto del menisco a cui si ri-
volge l'occhio, questo può coglier un
poco più in su od in giù e commette
un errore poco rimarchevole in una

gran massa di liquido, ma in piccole quantità notevolissimo. Per evitare questo pericolo si usano recipienti poco espansi in cui il menisco sia quasi insensibile, che diconsi pipette e constano di un tubo molto sottile, che alla parte di mezzo si gonfia in un largo più o meno largo, ed è aperto alle due estremità, esso porta un segno fatto col diamante che segna il limite di un volume più o meno considerevole secondo le dimensioni della pipetta perciò si introduce e si riempie la pipetta di liquido, poi si solleva tenendo chiusa l'estremità superiore col dito, ed allentato si fa uscir lentamente tanto liquido che basti a ridurre il liquido della pipetta al volume richiesto, al segno suddetto, che si può leggere bene: perchè il menisco in un diametro stretto tra una tinta

più scura.
Le pipette servono per misurare esattamente piccole quantità di liquidi, ma occorrono altri recipienti da cui si possa far uscire il liquido sia a filo continuo, sia a goccia a goccia, nel principio dei saggi si versa il liquido a getto, poi quando la reazione si avvicina al termine, a goccia, finchè si giunge a quell'ultima che compie la reazione, cosicchè la successiva non dà più reazione. Questi recipienti diconsi burette e sono di tre specie: la buretta di Gay Lussac, quella del Mohr, e quella inglese.
La buretta di Gay Lussac oggi non si impiega più se non raramente in Francia, fu la prima che apparve nella analisi volumetrica, ideata da quello stesso che creò l'analisi stessa coi saggi della potassa, e soda, perchè l'importanza

dei saggi e la frequenza onde si isti-
tuiscono nel commercio, richiedeva un
mezzo facile ed esatto senza grandi
manipolazioni. Essa è un tubo gradua-
to, verso la base del quale sorge un
altro tubo che esternamente saldato
al primo, tutto lo percorre, e forma
con esso un tutto, cosichè il liquido sa-
le ad uguale altezza in ambedue i
tubi comunicati; inclinando lieve-
mente il tubo laterale il liquido può
farsi uscire a goccia a goccia ma
assai facilmente anche esce dal tubo
principale, quando si inclini un po-
co troppo, ed allora il saggio non si può
più continuare. inoltre questa buret-
ta è molto più fragile di altri stro-
menti in vetro, per cui è incomoda.
La buretta del Mohr consta d'un tubo
graduato aperto ad ambedue le parti,
ed all'ultima terminante in un colletto

con poco più ricurvo cui si addatta un tubetto di gomma con una punta affilata di vetro. Si hanno poi le dette molle di Mohr che constano di una lamina d'ottone incurvata le cui braccia tendono a restar unite essendo incrociate, e per staccarle e aprir la molla, convien premere due bottoncini che terminano le due braccia. Per usarla, si prende il tubo vi si adatta il tubo di gomma, e lo si stringe fra le due molle così che versando il liquido nella buretta esso non scappi, allora premendo più o meno i bottoncini si ha un getto continuo di liquido, ed a goccia a goccia la buretta si pone su di un sostegno onde si scorgono per trasparenza le divisioni del tubo, per cui la buretta di Mohr, è di uso molto comodo. Si hanno però dei liquidi che s'adoprano nell'analisi che intaccano

la gomma ed allora siccome il liquido
deve venir a contatto con la gomma
s'adopera la buretta inglese.
La burretta inglese è un tubo gradua-
to con un sostegno, il quale si ripie-
ga alla parte superiore e termina in
punto da cui effluisce il liquido a
goccia, vi ha poi un collo laterale per
cui si riempie e si vuota la burretta,
il liquido può uscire in getto conti-
nuo. Ma il tubo essendo molto an-
gusto, e dovendo approffittare per ver-
sare il liquido a goccia di quella par-
te che ne rimane nel tubetto finale,
talvolta in luogo di una goccia ne
escono due o tre, talvolta rimane
attaccata all'estremità una goccia che non
s'impiega nell'assaggio, mentre tut-
tavia appare uscita dalla misura del
liquido rimasto: quando però non si
trattasse di soluzioni alcooliche sceglien-

ti i grassi, si potrebbe adoperare per to-
glier la perdita di questa gocia del
grasso per ungere l' estremità della
buretta, e togliere l' adesione tra il
liquido ed il livello.
Per operare un assaggio volumetrico si
scioglie la sostanza che si deve analizzare
quantitativamente (acido solforico, o un
corpo che ne contenga una quantità da
misurarsi (solfati) oppure se si tratta
dell' argento combinazioni di questo me-
tallo) nel suo solvente, poi si scioglie una
quantità determinata di reagente (un
sale di bario solubile, od un cloruro) in
una quantità determinata di liqui-
do solvente e si ha il liquido isolato,
se ne riempe la buretta tenendo chiu-
sa la parte inferiore, poi si apre la mol-
la e si lascia uscire un poco di liquido
che cade nella sostanza sciolta che deve
analizzarsi e vi determina la formazione

di un precipitato, (solfato di bario, cloruro d'argento) che intorbida il liquido, si lascia sedimentare si versa un altro poco di liquido normale, finchè si vede che l'intorbidamento è piccolo, allora si fa affluire il liquido titolato a goccia fino all'ultima che non dà più precipitato. Allora si chiude la buretta, e si legge quanto liquido normale si adoperò per precipitare tutto il corpo di cui si cerca la quantità; se ne deduce la quantità del reagente usato e poi la quantità del corpo che si ricerca. Questo mezzo però è molto lungo ed imbarazzante, e sarebbe poco utile se non si avesse trovato il modo di agevolare la via. Quando trattasi di alcali od acidi si ricorre alla saturazione reciproca di essi, alla neutralizzazione, e si adoperano poi gli indicatori che sono corpi determinati che inerti finchè

dura reazione, con qualche fenomeno ma-
nifestano evidente, o con mutamento di
colore il fine della reazione.
Per esempio, avendosi un acido, il liquido
normale conterrà un alcali che lo satu-
ri, se noi versiamo nell'acido della tin-
tura di tornasole, si avrà un liquido di
color rosso, ma se noi facciamo di versar
nell'acido tal quantità di alcali che lo
saturi tutto, non vi sarà più acido libero, e
la tintura ritornando azzurra indicherà
il termine della reazione. La neutraliz-
zazione o saturazione di due liquidi ha
luogo quando si unisce un liquido di
acido e vi si versa tanta quantità di
un liquido basico alcalino per esem-
pio che basti ad attrarre tutto l'acido
per salificarsi, si dice che tutto l'acido
è stato neutralizzato, invece per neutra
lizzare un alcali si adopererà appun-
to un acido, che si usa anche con altre

basi nell'analisi volumetrica. Ne han-
no origine le due parti della volume-
tria l'alcali-metra, che si appoggia-
no sul fatto or ora accennato; que-
ste due voci significano misurazio-
ne degli acidi e degli alcali ed indi-
cano le parti cui si applico per la
prima volta l'analisi volumetrica,
perchè la prima buretta di Gay Lus-
sac si disse pure alcalimetro. In que-
sta neutralizzazione di due liquidi,
è facile trovarne un terzo, che iner-
te durante la reazione manifesti
un qualche fenomeno apparente
il cessare di questa, e che diessi quindi
indicatore. Finchè trattasi di alcali-
metria e di acidimetria, di neutra-
lizzare un acido con un alcali o vi-
ceversa, uno di essi sarà il liquido
normale che si verserà nella buret-
ta, l'altro liquido d'analizzare quan-

titolatamente si porrà in un matrac-
cio insieme ad un poco di tintura
di tornasole; se si deve analizzare
un acido, si avrà un liquido rosso che
resterà tale finchè un atomo di
acido sia libero, e quando l'ultima
goccia di soluzione alcalina titolata
avrà saturato tutto l'acido forman-
do un sale alcalino, una nuova goccia
farà tosto riapparire la tinta azzurra
propria del tornasole, perchè il sa-
le alcalino non ha reazione alcuna
con questa tintura vegetale. Invece
se trattasi d'analizzare un alcali, il
liquido normale della buretta sarà
acido, e si porrà nel matraccio la
soluzione alcalina con un poco di tin-
tura di tornasole, si avrà un liqui-
do azzurro, finchè tutto l'acido che giun-
ge dalla buretta è saturato dall'al-
cali, appena non resti più libero

un atomo di alcali, la prima goccia d'acido tinge in rosso il liquido azzurro e la reazione è compita.
Quando si versa nella buretta il liquido normale, conviene prima toglière le bollicine che si formano alla superficie, indi far effluire del liquido tanta parte che la superficie giunge a zero per modo che sia facile la lettura della quantità di liquido uscito, e che si calcoli anche quella parte di liquido che travasi nel tubo alla parte inferiore. Il liquido da analizzare si allunga spesso per notar più facilmente la reazione, non si aggiunge che una piccola quantità di tintura, in modo da colorarlo assai lievemente, si pone sotto il matraccio che contiene il liquido da analizzare, un foglio bianco di carta od un disco di porcellana per notare

i primi indizj che si avvicina alla fi-
ne della reazione e far effluire a goc-
cia a goccia il liquido normale, que-
sti primi [fluire a goccia a goccia
il liquido normale] indizj che ave
cade il liquido normale non trovan-
do sufficiente quantità dell'altro
reagente da saturarsi forma una
molecola che svanisce appena si agi-
ta il matraccio, ma presenta appun-
to la tinta che deve indicare il termi-
ne della reazione, rosso se il liquido
normale è acido, azzurognolo se al-
calino. Terminata la reazione bi-
sognerebbe calcolare la quantità del-
l'altro reagente che da esso fu sa-
turato, ma si hanno delle tabelle
che presentano per ciascun acido ed
alcali, quanto reagente sia saturato
da una varia quantità di questo
ultimo, basta esaminar le tabelle

per veder la quantità di quello, senza calcolo ad altro.
L'analisi volumetrica per via d'indicatore si usa assai di frequente quanto agli alcali nel commercio, poichè gli acidi si misurano cogli areometri, ma gli alcali, soda, potassa sono molto usati in commercio e sempre impuri, per cui questi assaggi fanno conoscere quanta materia salina estranea contengano questi alcali del commercio, o per frodi operate, o per cattiva manipolazione, si ricorre sempre ad un acido che satura l'alcali (soda-carbonato di sodio) e la tintura di Tornasole per indicatore.
Ora se si ha qualche base non alcalina che si determina per precipitazione, anche in tal caso si possono trovare opportuni indicatori, secondo le reazioni particolari di tal base. Per esempio suppo-

niamo di dover analizzare una soluzione d'un cloruro, per trovare la quantità di cloro, e indirettamente anche quella dell'altro elemento unito al cloro, il liquido normale dovrebbe essere una soluzione di nitrato d'argento; ma in luogo di attender la sedimentazione del precipitato bianco latteo, s'adopera l'indicatore una soluzione di cromato neutro di potassio, sale solubile di color giallo (noto in commercio col nome di cromato giallo di potassio, mentre il cromato acido più diffuso si denomina cromato rosso). L'argento ha sufficiente affinità per l'acido cromico, però minore di quella che ha per il cloro, e si combina ad esso formando il cromato d'argento insolubile di un color rosso mattone molto intenso. Perciò si unisce alla soluzione del cloruro, un

poco di soluzione di cromato neutro di potassio, in lievissima quantità, se si usasse una soluzione d'acido cloridico non si vedrebbe nulla perchè il cromato d'argento è solubile negli acidi, ma essendo la soluzione neutra, ecco come avviene la reazione.
Le prime porzioni di soluzione d'argento sono assimilate dal cloro e incomincia ad intorbidarsi il liquido per la formazione del cloruro d'argento, poi man mano che si versa il liquido normale, nuovo cloro si satura, finchè ne resta un atomo, il precipitato si conserva bianco, appena il cloro è tutto saturato si comincia a formare il cromato, e si vede il precipitato assumere una tinta tendente al rosso. Anche qui l'avvicinarsi del termine della reazione è indicato dalla formazione di una molecola rossigna ove cade il sale

d'argento sciolto, perchè non trova più
loro in eccesso.
Quando l'indicatore al termine della
reazione potrebbe alterare chimicamen-
te i reagenti, allora quando si scorge
avvicinarsi il termine della reazione,
si esperimenta con l'indicatore scuna
goccia del miscuglio dei due reagenti
a parte, su di un disco di porcellana.

Chimica Organica.

Distinzione della Chimica.

Generalmente la chimica e lo studio
di essa si suddivide in due parti, chimi-
ca organica ed inorganica, da cui la di-
stinzione dei composti in organici e
inorganici. Se noi consideriamo gli
organici dal loro punto di vista nel-
l'ordine attuale delle cognizioni
noi non potremo stabilire quella

netta distinzione che si stabilì allor-
chè si fissò tale partizione, noi non
ci appoggieremo che in deduzioni erronee.
L'idea espressa dalle voci, chimica or-
ganica ed inorganica si riduce a que-
sto che la chimica inorganica studia
i composti del regno inorganico, quel-
li che traggonsi cioè dal regno mine-
rale, l'organica studia invece i com-
posti tratti dai regni organici, a-
nimale e vegetale. Notisi che sostan-
za organizzata differisce dal corpo or-
ganico, perchè quella è conformata
a modo di organo, forma parte di
organi vitali, esercita un'azione nel-
le funzioni dei corpi organizzati;
questa invece non indica se non la
materia contenuta in questi organi
di cui essi sono costituiti, atta ad avere
un'azione fisiologica sulla vita dell'es-
sere. Così la cellula è l'essere organico,

il cellulosio che la costituisce è la sostanza organica.
La distinzione fra queste due parti della chimica, era in addietro così netta che si ammetteva le leggi regolanti la formazione e costituzione dei composti organici esser affatto diverse da quelle de' corpi inorganici. Dicevasi che i composti inorganici si possono artificialmente riprodurre come si trovano in natura, mentre i corpi organici non possono riprodursi e dobbiamo limitarci ad estrarli dal corpo organico. Il loro riprodursi si attribuiva ad una forza interna, detta forza ~~interna~~ organica vitale, si cercò porre un anello di congiunzione fra le due classi di corpi, ma non lo si potè trovare, per cui la distinzione restava ancora spiccata.
Il progresso della scienza mutò le idee

e benchè la suesposta distinzione dei corpi si segua tuttodì per agevolare lo studio della classificazione, non si accettano però colle parole, le teorie d'un tempo; lo studio della chimica mostrò che i composti organici presentano una costituzione identica a quella degli inorganici, le loro combinazioni sono rette dalle stesse leggi: s'avvisò poi man mano a formare artificialmente anche i composti organici di cui se ne ha ora una serie infinita, e perfino gli stessi grassi si hanno nel laboratorio del chimico.

Trovata l'identità delle leggi, conosciuta la costituzione di molti corpi, trovati i radicali che in esso sono combinati, si potè riprodurli, e quei corpi per cui questo risultato non ancora si ottenne, sono radicali basici di cui la costituzione non è ancora fi

ottenere nota, benchè si riconosca la lo-
ro formula di composizione, il numero,
la qualità, la quantità degli elemen-
ti che gli compongono.
La distinzione che si faceva colle idee
passate non si potrebbe ora più se-
guire con esattezza, e volendo con-
servare per agevolare lo studio si si
trova nell'imbarazzo per definire
la chimica organica, che non si può
dire la parte che studia i composti
organici, essendo che le leggi sono le
stesse per ambedue le parti di questo
studio.
Per definire la chimica organica, e
distinguerla dall'altra parte non si
può ricorrere che ad un fatto, che tra
gli elementi costitutivi i corpi orga-
nici non manca mai, il carbonio, che
si può dire il corpo organico per eccel-
lenza. Quindi si definisce la chimica

organica come quella che studia i composti del carbonio. Si doveva però comprendervi per essere esatti tutti i composti di questo corpo semplice anche quelli che più diffusi nel regno inorganico si trovano, ed indesso si studiano, acido carbonico, ossido di carbonio, carburi di idrogeno, ma questi trattarsi nella chimica organica.

Elementi costituenti i corpi organici

Inoltre è da trattarsi che nei corpi organici, almeno nei naturali, gli elementi costitutivi sono per la maggior parte ristretti in un numero limitato, ed infatti il carbonio non manca mai, difusissimi sono pure l'O e l'H l'Az. trovasi in gran parte de composti organici ed il solfo fosforo si trovano in numero ristretto di corpi

questi sono i sei elementi che si trova-
no solo nei composti organici forma-
ti dalla natura, potendo prescinde-
re dai due ultimi. A questa circostan-
za importante s'aggiunga che la
molecula organica è più complessa,
e che anche gli altri corpi semplici
entrano a comporre le molecole or-
ganiche, ma solo nel laboratorio
chimico si riproducono corpi organi-
ci con elementi diversi dai sucaccennati.

Distinzione dei corpi organici.

L'azoto poi serve a contraddistinguere
parte delle sostanze organiche, e queste
si distinguono secondo la sua presenza
o meno, in azotate, e non azotate. La
maggior parte dell'azotate trovasi nel
regno animale le non azotate in gran
numero trovansi nel regno vegeta-
le; quindi non deve intendersi esclusi-

vamente, però l'azoto predomina più nelle tessuti animali come fibrina, albumina ecc. È però naturale che a. zoto si trovi anche nelle piante per. chè gli animali almeno gli erbivori si nutrono di vegetali, e se in essi non s'avesse l'azoto, donde lo potrebbero ricavare?

Nomenclatura delle sostanze organiche.

Sebbene le nuove idee abbiano cangiato interamente la scienza chimica, tut. tavia anche pei corpi organici si con. servarono, come in alcune parti della chimica organica (metalli alcalini, terrosi ecc) le antiche espressioni di alcoli, di eteri ecc ad indicare gruppi di composti che da tempi molto remoti ricevettero questi nomi di cui si ignora l'origine e gli autori. Queste espressio. ni così antiche non si adoperano mai

fuori della chimica organica e denotano immediatamente la costituzione chimica del corpo che si considera.
Noi troviamo dunque nella chimica organica i gruppi seguenti, in cui si entrano i corpi più comuni.

I Acidi (corrispondenti agli acidi inorganici)

II° Basi " alle basi inorganiche)

III Alcoli " agli acidi idrati)

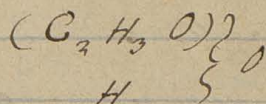
IV Eteri semplici (corrispondenti agli acidi anidri)

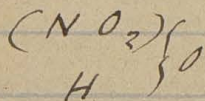
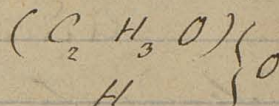
" composti (corrispondenti ai sali)

Acidi organici

Volendo studiare la costituzione chimica di tali corpi organici, troviamo prima gli acidi che si definiscono allo stesso modo degli inorganici, per cui quando si definisce l'acido come un corpo idrogenato che posto a contatto con

una base scambia il suo idrogeno in tutto od in parte col radicale basico per formar un sale, si comprendono sia gli acidi organici che gli inorganici.
Consideriamo un acido dei più comuni che costituisce la parte essenziale dell'aceto, l'acido acetico; la sua formula di composizione è $C_2 H_4 O_2$ e quella di costituzione è

$$\left.\begin{matrix}(C_2 H_3 O)\\ H\end{matrix}\right\} O$$

Confrontiamo per esempio, quest'acido coll'acido nitrico $H. N. O_3$ ponendo a fronte le due formule

$$\left.\begin{matrix}(N O_2)\\ H\end{matrix}\right\} O \qquad\qquad \left.\begin{matrix}(C_2 H_3 O)\\ H\end{matrix}\right\} O$$

acido nitrico acido acetico

segue al Tas IV

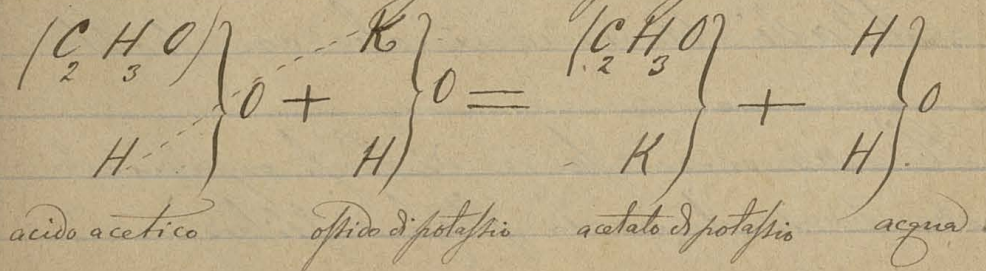
Chimica organica

Acidi organici
(seguito)

Noi troviamo che il tipo cui appartiene l'acido organico, è il tipo acqua, la sua costituzione è eguale a quella dell'acido inorganico - astrazione fatta dal radicale.

Poniamo l'acido acetico a contatto con un ossido basico, p. e, l'ossido idrato di potassio, si formerà un sale per la sostituzione dell'idrogeno tipico e del potassio e si formerà come nella chimica inorganica si è già trovato

$$\left.\begin{matrix}(C_2H_3O)\\ H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}K\\ H\end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix}(C_2H_3O)\\ K\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}H\\ H\end{matrix}\right\}O$$

acido acetico — ossido di potassio — acetato di potassio — acqua.

Però negli acidi organici troviamo che non tutto l'idrogeno dato dalla formula di composizione appartiene al tipo una parte entra nel radicale e si trasporta con esso nelle reazioni, i radicali acidi organici contengono dunque idrogeno e contengono poi sempre ossigeno

Negli acidi inorganici noi non troviamo mai questo idrogeno non sostituibile, e l'idrogeno funziona un pò diversamente. Sostituito l'idrogeno tipico abbiamo i sali e tante serie di sali quanti sono gli acidi e quante le basi sia organiche che inorganiche, e così valgono le stesse leggi per le due specie di corpi.

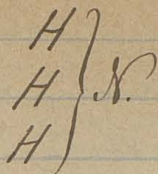
Basi. Ammoniache composte

Havvi una serie di basi organiche che presentano la stessa costituzione

chimica dell'ammoniaca — la quale sappiamo appartenere alle basi alcaline, agir come le basi, e potersi considerare ossido solo quando è idrato.

Queste basi si denominano ammoniache composte, alcune si producono in natura per sostituzioni nella fermentazione putrida nelle salamoje dei pesci, nelle sostanze poste nell'aceto, nei crauti ecc e si formano per via di putrefazione e sono causa di quell'odor disgustoso che ne esala Conosciutasene la costituzione si possono riprodurre ad arbitrio e l'arte superò poi la natura scoprendo e formando un numero molto maggiore di ammoniache composte, di quelle che si formano in natura

La costituzione dell'ammoniaca è rappresentata dalla formula:

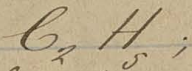
$$\left.\begin{matrix}H\\H\\H\end{matrix}\right\} N.$$

Quando si conobbero coi progressi della scienza le ammoniache composte, le basi analoghe all'alcali H_3N. si riferiscono al tipo suddetto, ed è chiaro che esse non possono risultare che dalla sostituzione d'uno o più atomi di qualunque radicale all'idrogeno tipico secondo le valenze.

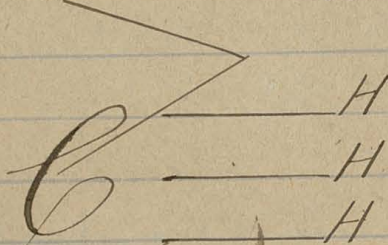
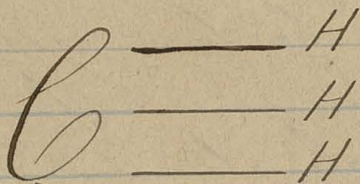
Conosciuti i radicali noi possiamo a talento moltiplicare la serie delle basi, sostituendo uno o più atomi d'idrogeno con uno o più atomi di un radicale organico. Quindi il maggior numero di queste ammoniache composte è ottenuto artificialmente.

Esse si nominano dando il nome del radicale contenuto in esse—

che termina per lo più in *ile* — la desinenza ammina, e supponendole particelle *di tri* quando il radicale sostituisce due o tre atomi dell'idrogeno tipico

Il radicale organico più comune è un radicale basico detto *etile* la cui formula è

$$C_2H_5;$$

esso è univalente come dimostra la sua formula di costituzione, onde appare che resta una valenza non saturata

$$\begin{array}{l} C\begin{cases} —H \\ —H \\ —H \end{cases} \\ \quad \big\rangle \\ C\begin{cases} —H \\ —H \\ —H \end{cases} \end{array}$$

Da quello che è il radicale dell'etile e

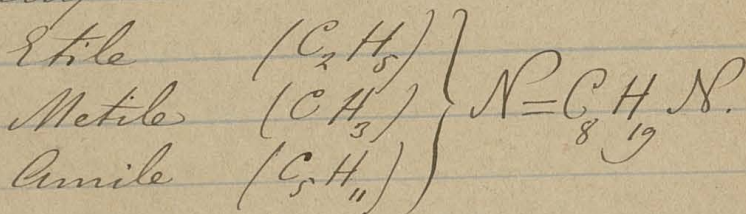
dell'alcool comune si avranno nel
gruppo delle ammoniache composte,
le etilamine, secondo che esso sostitui
sce uno, due o tre atomi d'idrogeno

Le tre ammoniache che si ot
tengono con opportune reazioni sono
le etilamine, dietilamine, trietila
mine ed anno la stessa composizio
ne dell'ammoniaca, derivano dal
lo stesso radicale etile, e si indicano
con ~~ecco~~ formule le quali saranno
tanto più complesse, quanto maggio
re è appunto il numero degli ato
mi d'idrogeno che sono sostituiti dal
radicale organico composto, perchè
aumentano gli atomi di carbonio
e quelli eziandio dell'idrogeno
della base risultante.

Avendosi molti radicali or=
ganici e conoscendo la via di operare
possiamo da un solo radicale, — poi

che vi ànno nel H_3N tre atomi sosti-
tuibili, ottenere tre ammoniache
composte, di cui si può quindi mol-
tiplicare il numero a volontà; nè ciò
basta perchè non è necessario che so-
stituito un'atomo con un radicale si
sostituisca un'altro con un'altro ra=
dicale, ed il terzo o con altre molecole
degli stessi radicali o con radicali di-
versi. Si ànno quindi le ammo=
niache composte anche di tre ra-
dicali diversi che si nominano in-
sieme con denominazioni molto
lunghe

Per esempio:

$$\left.\begin{array}{ll} \text{Etile} & (C_2H_5) \\ \text{Metile} & (CH_3) \\ \text{Amile} & (C_5H_{11}) \end{array}\right\} N = C_8H_{19}N.$$

$C_8H_{19}N$ è indicata col nome di
etilmetilamilammina.

Si vede come vada ingrossando la molecola del corpo organico e come la si possa accrescere a nostro arbitrio

Alcaloidi

Nelle basi organiche troviamo una seconda serie che comprende le basi denominate alcaloidi, diffusissime in natura specialmente nel regno vegetale di cui non si potè ancora determinare la chimica costituzione.

Per cui con alcaloide si indica una base organica che esiste in natura già formata, e di cui non si determinò ancora la chimica costituzione. Non se ne conosce che la formula di composizione, e benchè abbiansi dati abbastanza sicuri per credere che anche gli alcaloidi appartengano al tipo stesso, mentre nel regno inorganico

le basi appartengono al tipo acqua, con tutto ciò non si sono ancora scoperti i radicali di sali alcaloidi, e non si può dire che appartengano al tipo ammoniaca, perchè non ne siamo certi, l'esistenza dell'azoto però fa supporre appunto che anche gli alcaloidi abbiano per tipo l'ammoniaca.

La forma degli altri elementi non denota come sono disposti i varii radicali, perchè l'analisi qualitativa e quantitativa non dà che la formula di composizione, e solo lo studio delle reazioni dei varii alcaloidi potrà indicarne la costituzione: finchè essa non è nota non si potranno mai riprodurre artificialmente.

Gli alcaloidi hanno grande importanza pratica perchè costituiscono essenzialmente la parte attiva, venefica e medicinale o eccitante delle piante

in cui si contengono, mentre le ammo=
niache non interessano in gran
parte che la scienza

Così una piccola parte dell'alca=
loide chinina che si ritrae dalla cor=
teccia di china, à un effetto più ra=
pido e sicuro, d'una gran massa di
scorza legnosa. Se si conoscesse la co=
stituzione della chinina non si rico=
rerebbe più alla corteccia di china per
estrarla. In quasi tutte le piante
abbiamo poi una serie d'alcaloidi
più o meno attivi a cui devono la
loro azione, l'oppio alla morfina

Tutte queste basi salificabili,
danno una serie di sali numerosissi=
sima, cogli acidi organici ed inorga=
nici, e p.e. il solfato di chinina è
quello che si adopera comunemen=
te in medicina

Resta dunque stabilito chiamar=

ti ammoniache composte le basi organiche di costituzione nota, alcaloidi quelle di costituzione ignota

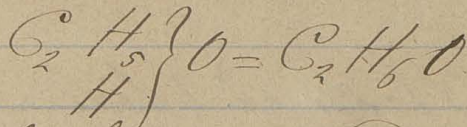
Alcooli ed Eteri.

Veniamo ora a parlare di alcuni composti speciali di cui i nomi molto antichi non si incontrano nel regno inorganico

Per conoscere la costituzione degli alcooli ed eteri basti il dire che tutti appartengono al tipo acqua

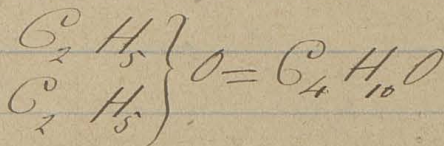
Se noi sostituiamo un' atomo di idrogeno tipico con un radicale basico univalente abbiamo appunto gli alcooli — mentre se lo sostituiamo con un radicale acido si ànno gli acidi, e notasi che i radicali acidi contengono sempre ossigeno, i basici mai. — Dal

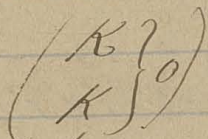
radicale etile avremo dunque l'alcool etilico o spirito di vino la cui formula sarà

$$\left.\begin{matrix} C_2H_5 \\ H \end{matrix}\right\} O = C_2H_6O$$

Gli Alcooli corrispondono agli ossidi idrati organici, per quanto spetta alla costituzione e l'alcool etilico potrebbe anche dirsi acido idrato di etile.

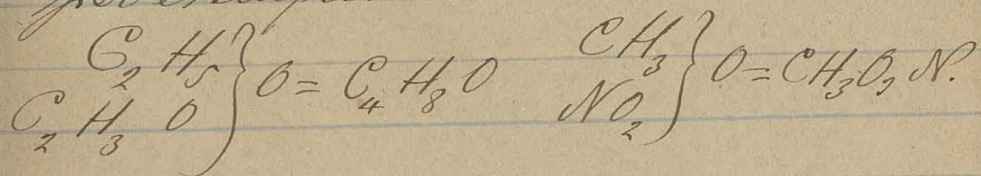
Se sostituiamo anche l'altro atomo basico, non avremo più alcool perchè non avvi più H sostituibile, ma avremo un'etere semplice, tanto se ambedue gli atomi sono sostituiti dallo stesso radicale, quanto se da radicali diversi

La formula dell'etere etilico sarà

$$\left.\begin{matrix} C_2H_5 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O = C_4H_{10}O$$

Se il secondo atomo fosse atomo radi=
cale, si avrebbe (sostituito da un) un
etere misto. Questi eteri semplici
corrispondono ad ossidi inorganici
anidri

$$\begin{pmatrix} K \\ K \end{pmatrix} O$$

e potrebbero chiamarsi tali con tal
nome

Se sostituiamo un atomo del ti=
po acqua con un radicale basico, l'al
tro con un radicale acido
per esempio:

$$\left.\begin{matrix} C_2H_5 \\ C_2H_3O \end{matrix}\right\} O = C_4H_8O \qquad \left.\begin{matrix} CH_3 \\ NO_2 \end{matrix}\right\} O = CH_3O_3N.$$

non si a più un alcool, perchè
non vi a il sostituibile nè un ete=
re semplice, ma un etere compo=
sto che corrisponde ai sali, e potreb
be denominarsi colle stesse rego=

le.

Si noti poi che quando si tratti di alcool ed eteri a radicale etilico, questo si ommette nel denominarli.

Essenze artificiali.

Agli eteri composti appartengono pure le essenze artificiali ottenute da alcuni anni, ed ora costituiscono un ramo speciale di commercio molto importante, impiegandosi nella confezione dei dolciumi, rosolii etc per dare alla materia l'aroma di un altro frutto. Per esempio per fabbricare il rhum artificiale si impiega molta copia d'alcool e del liquore alcoolico ottenuto colla fermentazione e distillazione sia il rhum

col dare al liquido il suo colore par=
ticolare, e aromatizzarlo colla essen
za di rhum.

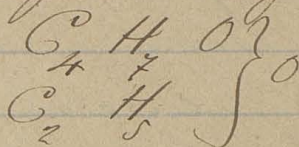
Noi vediamo che questi progressi
giganteschi della chimica organi
ca sono importantissimi sì dal la
to teorico che dal lato commerciale
pratico e se ne trasse per molti ri=
guardi molti profitti. Nei prodotti
naturali non trovansi in tanta co=
pia da potersi separare con opera=
zioni chimiche il principio aroma
tico e praticamente impie=
garsi.

Si ottenne così l'essenza di vino
etere aromatico con cui si può fare
il vino senza bisogno dell'uva, l'es=
senza d'ananas che serve a dare
alle sostanze l'odore di questo
frutto così costoso e raro nei no=
stri paesi, e così di casi delle altre

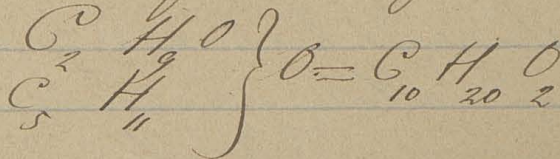
sostanze

Le essenze appartenendo agli eteri composti si possono considerare come sali secondo le regole già date; per esempio, l'essenza d'ananas sarebbe un butirato d'etile, costituito dal radicale dell'acido butirrico C_4H_7O e dal radicale basico etile C_2H_5.

La sua formula sarebbe

$$\left.\begin{matrix} C_4H_7O \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O$$

Così l'essenza di pere può considerarsi come un valerato d'amile costituito dal radicale dell'acido valerico C_5H_9O e dal radicale basico amile C_5H_{11}

La sua formula sarà

$$\left.\begin{matrix} C_2H_9O \\ C_5H_{11} \end{matrix}\right\} O = C_{10}H_{20}O_2$$

E' singolare che questi aromi per se così gradevoli e di un odore così forte, specialmente nelle essenze concentrate, risultino dalla unione di radicali che non sono affatto gradevoli.

Per esempio l'acido butirrico che trovasi in gran copia nel burro si rende libero in parte col rancidire di questo corpo grasso per cui ad esso devesi l'ingrato odore. Questo radicale che nell'acido dà un composto così poco odoroso, con la base etile, dà l'odore grato dell'essenza di ananasi. Così pure l'acido valerico è puzzolente unito al radicale amile che à pure odore disgustoso forma l'essenza di pera gustosissima. Queste essenze poi sono tutte ad un prezzo molto mite perchè si ritraggono da prodotti primi di poco costo, per la.

essenza di ananas si ricorre per esem=
pio al burro rancido.

Grassi

Anche i grassi sono composti che
si ottengono artificialmente dopo
conosciuta la costituzione dei ra=
dicali organici. Anch'essi appar=
tengono agli eteri composti, in cui
varia il radicale acido, ma è costan
te in tutti il radicale basico, che è
il radicale di un dato alcool che dice=
si dai chimici glicerili, ed à la for
mula C_3H_5, per cui è trivalente.
Perciò il gruppo dei grassi si suol
chiamare anche col nome di
gruppo dei gliceridi e si abbraccia=
no con questo nome collettivo tut
te quelle sostanze untuose e gras
se di varia consistenza, che àn=

un radicale basico costante, glicerile, e un radicale acido variabile

I prodotti naturali grassi non rappresentano un gliceride unico, un grasso unico, ma quelli che si trovano formati in natura nei tessuti animali e vegetali, salvo poche eccezioni nei grassi meno comuni, sono miscugli di più grassi; questa non è una scoperta recente perchè il diverso grado di fusibilità dei varii gliceridi semplice aveva fatto conoscere tale mescolanza anche in addietro. Ciascun gliceride ricevette un nome speciale ed i tre più diffusi in natura ~~consistenti~~ costituenti le sostanze grasse più comuni, come sevo, olj ecc. si chiamano: — stearina, palmitina, oleina; in generale ricevono la desinenza ina

La differenza dell'aspetto che presentano le varie sostanze grasse nella loro proprietà, dipende dalla diversa in proporzione in cui tali gliceridi sono mescolati assieme in esse.

Questi gliceridi anno quando sono isolati particolari proprietà per esempio diverso grado di fusibilità, la stearina e la palmitina sono all'ordinaria temperatura sempre solide e la stearina è più difficilmente fusibile più dell'altra, l'oleina invece è sempre liquida. Quindi il sevo conservandosi solido a qualsiasi temperatura, benchè più o meno molte, si vedrà facilmente che vi predomina la stearina, colla palmitina, ed avvi una piccola quantità di oleina.

Gli olj invece sono grassi gene-

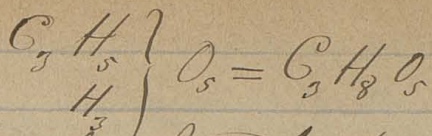
ralmente liquidi, in cui predomi-
na l'oleina che è sempre liquida,
in questa dovranno quindi essere
sciolti gli altri due gliceridi che per
se sono solidi. Ma la solubilità di
qualsiasi sostanza in un dato li-
quido, qualunque sia il suo sol-
vente speciale, varia colla tempe-
ratura, e coll'alzarsi od abbassarsi
di questa il limite di saturazione va-
ria: quando la sostanza riscaldata
satura del corpo sciolto si abban-
dono a sè, raffreddandosi il limite
di saturazione discende, il solvente
non potendo tener più sciolta tanta
quantità dell'altro corpo, parte que-
sto si separa e decomponendosi cri-
stallizza in forme regolari, fino a
che si raggiunga il punto di satu-
razione a quella data temperatu-
ra. Quindi nella stagione estiva la

temperatura dell'olio è sufficiente perchè l'oleina liquida tenga sciolti completamente tutti i due grassi solidi: quando si giunge al termine che non può tener più sciolta tanta quantità, la parte sovrabbondante di esse si depone coll'abbassarsi della temperatura, e si concreta in forme regolari che però nella massa solida non sono visibili.

Questa è la ragione del gelare degli olii nel verno, e sgelarsi nella state.

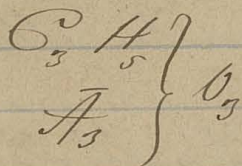
In chimica quando si parla di sostanze grasse, intendesi sempre i gliceridi semplici individualmente considerati; i tre grassi che abbiamo nominati sono i più comuni, ma ve ne hanno altri in maggior quantità, perchè per esempio stearina palmitina, oleina, daranno gli acidi stearico, oleico, palmitico,

ma non l'acido butirrico, per cui si avrà anche la butirrina.
Il radicale basico costante dei grassi quando entri nel tipo aqua a sostituire uno o più atomi d'idrogeno secondo la sua valenza formerà un'alcool od ossido idrato, ci genera le ogni etere composto o semplice corrisponde ad un alcool e torna lo stesso il dire, radicale basico od alcoolico Noi avremo dunque prima dei grassi l'ossido idrato di gliceride, od alcoole glicerico la cui formula si otterrà sostituendo nel tipo, al l'idrogeno il gliceride, ma essendo questi trivalente occorrerà prendere il tipo multiplo per tre molecole di acqua. Quindi la formula del l'alcool dato dal radicale costante dei grassi sarà la seguente

$$\left.\begin{matrix} C_3H_5 \\ H_3 \end{matrix}\right\} O_3 = C_3H_8O_3$$

Questo alcool noto prima che se ne conoscesse la costituzione chimica, è un liquido sciropposo scolorito detto glicerina, olio dolce, principio dolce dell'olio, per il suo sapore zuccherino, che in alcuni luoghi adoperasi inve= ce dello zucchero ed à molte applica zioni in medicina, come solvente, nella profumeria per ammorbidire la pelle, lasciandovi sopra un lieve velo di sè.

Per avere dalla formula della glicerina la formula generale dei grassi come eteri composti, si devo no sostituire con un radicale acido i tre atomi liberi dell'idrogeno, e poi che, i radicali acidi grassi, stearile, palmitile etc sono univalenti, indicandoli colla notazione A–

perchè sono elettro-negativi — la formula generale dei grassi sarà la seguente dovendo prendersi tre molecole di radicale acido.

$$\left.\begin{matrix} C_3H_5 \\ \bar{A}_3 \end{matrix}\right\} O_3$$

In questa formula l'unico elemento variabile è $\bar{A}_3$ restando costante il radicale

Quando si conobbe la costituzione chimica dei grassi naturali, si poterono riprodurre — progresso importante ma poco economico — e se ne potè accrescere il numero sostituendo uno due, tre atomi d' idrogeno ad arbitrio In natura per esempio non trovasi che la stearina neutra tristearina, in cui l'idrogeno è tutto sostituito, il chimico po=

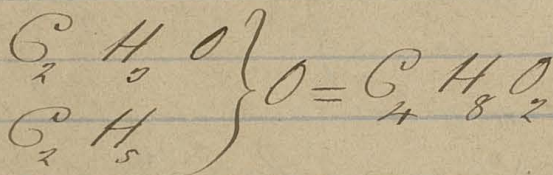
te ottenere la monostearina e la distearina, sostituendone uno o due atomi soltanto.

Ad accrescere la schiera dei gliceridi, si potè anche ottenere con radicali acidi, coi quali in natura non si trovano affatto combinati, di qui l'acetina nelle tre proporzioni

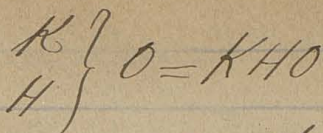
Nella formula dei grassi non troviamo che il radicale della glicerina, e quello dell'acido, per cui nei grassi non si anno liberi nè l'una nè l'altro: ma con speciali reazioni, costringendo gli acidi a unirsi ad altre basi sotto forma di sali, si ottiene libera la glicerina od alcoole glicerino durante la saponificazione della quale appunto dobbiamo ora occuparci

Saponificazione.

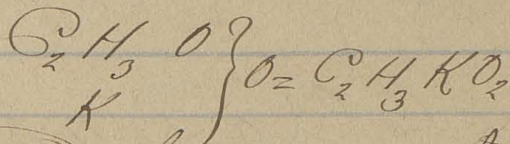
Consideriamo anzitutto il modo di comportarsi di tutti gli eteri composti, quando siano a contatto con una base qualsiasi, sia alcalina o no; per vedere la reazione chimica che avviene per tutti — sia per esempio, l'etere acetico od acetato di etile rappresentato dalla formula.

$$\left.\begin{matrix} C_2H_3O \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O = C_4H_8O_2$$

in cui abbiamo un radicale basico pure univalente, quello dell'acido acetico, ed un radicale basico pure univalente, l'etile. Assoggettiamolo all'azione di una base energica come l'ossidrato di potassio

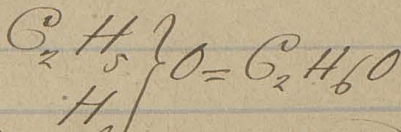
Avremo la formula:

$$\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\} O = KHO$$

La reazione consiste in una doppia sostituzione dei due radicali basici, etile C_2H_5 e potassio K che si scambiano a vicenda.

Dall'etere composto, sostituendosi il potassio all'etile si avrà per risultato della reazione il composto.

$$\left.\begin{matrix}C_2H_3O\\K\end{matrix}\right\} O = C_2H_3KO_2$$

che secondo la nomenclatura già data sarà un acetato di potassio.

Dall'ossido di potassio per la sostituzione inversa avremo il composto

$$\left.\begin{matrix}C_2H_5\\H\end{matrix}\right\} O = C_2H_6O$$

che potrebbe dirsi ossido idrato di etile, e nella chimica organica

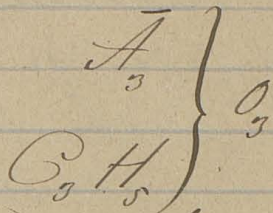
chiamasi alcoole etilico ed è l'alcoole comune.

Se noi esprimiamo in termini generali il risultato di questa reazione sia che assoggettando un'etere composto all'azione chimica di una base, succedendo lo scambio dei radicali basici dei due reagenti, si à per risultato finale un sale, e rendesi libero l'alcool corrispondente al radicale basico — alcoolico — dell'etere composto.

Nella saponificazione pertanto, in quella operazione che si fà per ridurre il grasso in quello stato in cui dicesi sapone, essendo il grasso un'etere composto, e rientrando quest'operazione nella reazione suesposta, perchè si ottiene il sapone ponendo a contatto il grasso con una base energica alca=

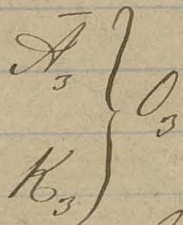
lina o terrosa o metallica che sia;
sotto l'azione del radicale basico
si dovrà sempre avere per risulta
to finale un sale ed un alcool. Poi
chè il radicale basico dei grassi,
è costante per tutti i gliceridi, è quel
radicale trivalente la cui formula
ci è rappresentata da C_3H_5; il sale
prodotto della saponificazione mu
terà secondo il radicale acido adopera
to, l'alcool resterà sempre costan
te e sarà l'alcool glicerico o glice ri
na.

Supponiamo dunque di trat
tare un grasso che rappresentere
mo con la sua formula gene
rale:

$$\left.\begin{array}{r}\overline{A}_3\\ C_3H_5\end{array}\right\} O_3$$

con una base come la potassa.

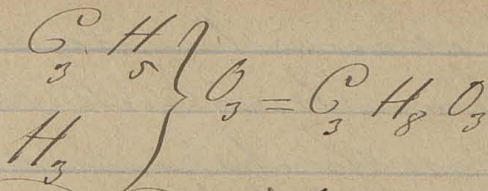
Siccome il grasso si è riferito al tipo multiplo acqua, cioè al tipo triplo, essendo trivalente il radica le basico, e trivalente la molecola d'acido grasso che considera, dovremo porre a contatto tre molecole di potassa per ciascuna molecola di grasso, affinchè tutto il glice rile sia sostituito

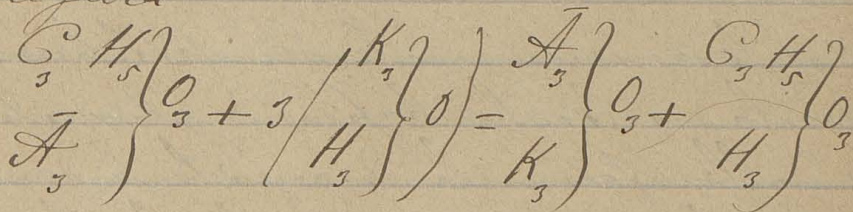
I tre atomi di potassio conden satisi in una molecola sostituiran no la molecola basica di glicerile, e dalla formula di questo si dedur rà pel nuovo composto la formu la

$$\left.\begin{matrix}\bar{A}_3 \\ K_3\end{matrix}\right\} O_3$$

ed esso sarà un sale di potassio

La molecola unica di gliceride sostituirà poi la molecola triator

nica di potassio, e si formerà un corpo rappresentato da

$$\left.\begin{matrix} C_3H_5 \\ H_3 \end{matrix}\right\} O_3 = C_3H_8O_3$$

che è l'ossido idrato di glicerile, vale a dire l'alcool che corrisponde a questo radicale, alcool glicerico e glicerina. La equazione della reazione sarà

$$\left.\begin{matrix} C_3H_5 \\ \bar{A}_3 \end{matrix}\right\} O_3 + 3\left(\left.\begin{matrix} K_1 \\ H_1 \end{matrix}\right\} O\right) = \left.\begin{matrix} \bar{A}_3 \\ K_3 \end{matrix}\right\} O_3 + \left.\begin{matrix} C_3H_5 \\ H_3 \end{matrix}\right\} O_3$$

Si vede dunque che nei grassi esistono punto la glicerina, l'acido organico libero, ma ne esistono i radicali, e nella saponificazione per la reazione della base aggiunta vi si produce glicerina. Essendo poi questa solubilissima nel-

l'acqua, si scioglie in quell'acqua
che si impiega per ottenere i sa=
poni, per cui è evidente che i sa=
poni, scopo di questa reazione,
sono l'altro prodotto della rea=
zione, sono cioè i sali della ba=
se impiegata. Essi ànno quin
di qualità diverse sia col varia
re del radicale acido usato, cioè
del grasso impiegato, sia col varia
re del radicale basico cioè del rea
gente adoperato. Però i radicali
acidi organici benchè variino non
apportano grandi differenze nel
le proprietà dei saponi, essen
do gli acidi grassi di natura con=
formi, per cui le qualità dei
saponi ~~ora~~ variano secondo la
base adoperata per la reazione.
Se si adoperano basi alcaline
soda o potassa, si avranno sa=

poni solubili, quali sono quelli che si adoperano negli usi comuni, se invece si usano basi terrose, calce, magnesia o metalli ossidi, si avranno solamente saponi insolubili, inetti per gli usi ordinarj — Dalla soda poi si ànno saponi duri, dalla potassa i molli, che si adoperano per lo sgrassamento delle lane

I saponi generalmente usati non sono sali unici, ma un misto di diversi sali, secondo il grasso impiegato contiene questi o quei radicali diversi Quindi se si adopera l'olio d'oliva od altro grasso congenere si avrà un sapone misto di stearato palmitato oleato,

Si vede dunque che la sa-

ponificazione non è che un modo analogo al modo generale di comportarsi degli eteri composti

Una proprietà notevole dei saponi è di rendere per la loro viscosità l'acqua in cui sciolgonsi spumeggiante; e questa spuma si manifesta nell'acqua distillata immediatamente: se si à un'acqua ristana con piccole traccie di sali si renderà un po' lattea ed opalescente poi spumeggierà; se vi à maggior copia di sali diverrà più bianca e richiederà maggior tempo per la formazione della spuma, se poi si à una acqua cattiva non potabile, contenente molte sostanze saline si formeranno dei fiocchi insolubili e finchè se ne forma non

potrà scioglierti il sapone ne spumeggiar l'acqua.
Questi sali che trovansi nell'acqua sono formati a base di calcio e di magnesio, e se vi predominano danno anche all'acqua un sapore amaro, perchè i sali di magnesio sono amari, e volendo sciogliere il sapone in codesta acqua per opera della base alcalina che vi è combinata all'acido grasso, succede una reazione coi sali calcari e magnesiaci e pel doppio scambio di basi, il calcio e il magnesio unendosi agli acidi organici formeranno dei sali o saponi insolubili che precipitano formando i succitati fiocchi bianchi.
Man mano che si scioglie

il sapone alcalino continua la
reazione, e finchè si producono
questi fiocchi vuol dire che vi è
calcio e magnesio libero i quali im,
pediscono al sapone di sciogliersi
e produrre spuma. Il sapone
tramutandosi depura bensì l'ac
qua in questa reazione, ma se ne
consuma gran quantità prima
di produrre il suo effetto.
Nelle lavanderie per non
sprecare sapone è importan
te considerare la qualità del
l'acqua che si impiega

Fabbricazione delle candele steariche

Quella sostanza bianca luci
da, solida che costituisce le cande
le steariche, non è la stearina
ma l'acido stearico che alla./.

ordinaria temperatura è solido
e meno fusibile del palmitico,
quindi queste candele ardono
più lentamente del sevo che
consta di materie più fusibili
nel loro miscuglio
Per ricavare dalle sostanze
grasse l'acido stearico, si ricor
re alla saponificazione, si sa-
pia il grasso e se ne à il sa-
pone, si scaccia con un acido
più energico l'acido stearico
dalla sua combinazione colla
base saponificante, lo si libe
ra dagli altri acidi che seco tra
scinò e si ànno i materiali
per fabbricare le candele
Ecco il processo seguito nella
fabbricazione di esse mediani
te la saponificazione
Il prodotto che si adope-

ra primo è il sevo che consta di ste-
arina, oleina e palmitina; questo
grasso si sottopone, raccogliere il
sapone alla saponificazione; lo
si ottiene insolubile mediante
la calce: si tratta il sevo in apposi
te caldaje con latte di calce, acqua
in cui è sospesa una buona quan
tità di calce. Allora si separa un
sapone insolubile di calce che gal
leggia sotto forma di crosta bian
ca, e si produce glicerina o alco
ol glicerico che si scioglie nell'ac
qua entro cui avvenne la sapo
nificazione. Questa glicerina ot
tenuta colla evaporazione di tutta
l'acqua depurata dall'eccesso di
calce che contenesse o da altre ma
terie inquinanti, costituisce
un prodotto secondario delle
fabbriche di candele steariche, e

e si ottiene così indirettamente
Il sapone calcare si può raccogliere facilmente ed anzitutto per separare gli acidi dal calcio, cui sono combinati sotto forma di sale, lo si assoggetta in grandi vasche, alla azione del più potente tra gli acidi inorganici come l'acido solforico H_2SO_4 —
Questo si sostituisce al radicale acido grasso, forma, in combinazione col calcio, un solfato di calce insolubile che precipita e l'acido grasso si rende libero e galleggia alla superficie dell'acqua
Però non si è ottenuto che un miscuglio dei tre acidi — palmitico, oleico, stearico — e per separare questo ultimo si ricorre ad una azione meccani-

ca, pel diverso grado di fusibilità degli acidi stessi.
Si pone l'acido in sacchetti si preme in modo che si spreme l'acido oleico e si raccoglie. Esso è uno dei prodotti della fabbricazione delle candele e si pone direttamente ~~in~~ commercio a contatto colle basi per ottenerne i saponi senza reazioni intermedie.
L'acido oleico così ottenuto contiene una piccola parte degli altri acidi che si rappiglia quando la temperatura non è molto alta
Quello che resta nei sacchetti si sottopone a nuova pressione e si riscalda mediante corrente di vapore in modo che l'acido stearico resti solido, il palmitico si

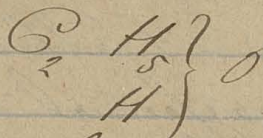
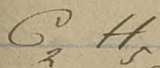
si fonda e spremasi. Resta così l'acido stearico che ponesi in commercio in tavolette e si usa per le candele steariche.

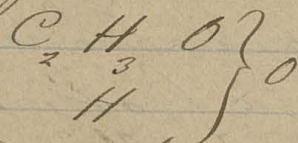
Azioni d'alcuni agenti inorganici sui corpi organici.

Nitrosostituzione

L'azione che alcuni agenti particolari esercitano su parecchi composti organici, è molto importante; e questa azione determinata di tali sostanze è uno dei punti di demarcazione fra le due serie de' corpi, perchè tali azioni si ànno particolarmente dai composti organici le cui molecole sono assai più complesse di quelle dei corpi inorganici

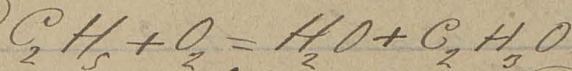
Per esempio l'ossigeno agisce come ossidante anche sui composti organici, nella tramutazione del vino in aceto che succede assai facilmente in date circostanze e dipende solo dalla tramutazione dell'alcool del vino, cioè dell'alcool etilico, in acido acetico. La formula dell'alcool etilico è

$$\left.\begin{array}{l} C_2H_5 \\ H \end{array}\right\} O$$

il cui radicale è il radicale etile C_2H_5

Invece nell'acido acetico troviamo il radicale C_2H_3O come appare dalla formula

$$\left.\begin{array}{l} C_2H_3O \\ H \end{array}\right\} O$$

Questi due corpi appartengono al tipo acqua, e la differenza di caratteri dipende solo dal diverso

radicale che sostituisce un atomo
dell'idrogeno tipico

Se poniamo la molecola
del radicale etile a contatto con
due atomi di ossigeno, essa da o=
rigine al radicale dell'acido aceti=
co, che un atomo di ossigeno to
glie al radicale etile due atomi
di idrogeno per formare una mo
lecola d'acqua, e l'altro atomo di
ossigeno si unisce al residuo del
radicale per formare il radicale
dell'acido acetico, come dimostra
l'equazione.

$$C_2H_5 + O_2 = H_2O + C_2H_3O$$

La tramutazione quindi del vi=
no in acido acetico non è che una
ossidazione, e l'ossigeno agisce
come tutti gli altri composti

Alcuni ossidi metallici agi=
scono come ossidanti anche sul

le sostanze organiche perdendo fa=
cilmente il loro ossigeno, ossia a quin
di la riduzione di questi sotto l'a=
zione di particolari composti
organici, cioè la perdita di tutto
o parte del loro ossigeno

Per esempio lo zucchero d'uva ridu=
ce l'ossido d'argento, e trattando que
sto zucchero coll'ossido d'argento in
date circostanze si depone l'argen
to metallico, à luogo la riduzione
dell'ossido a metallo, questo trova
la sua applicazione nell'argen
tatura del vetro: invece altri os
sidi — come il perossido di rame
— non si riducono completamen
te ma passono a un grado infe
riore di ossidazione

I tre corpi Cloro, Bromo Jodio
nonchè l'acido nitrico presenta
no un'azione tutta loro partico=

tare sopra molte sostanze or-
ganiche

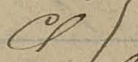
Per esempio l'acido nitrico e-
sercita esso pure sulle sostanze or-
ganiche la sua azione ossidante,
ma in un modo particolare che
dicesi <u>nitrosostituzione</u>

Questi corpi sostituiscono a-
tomo per atomo l'idrogeno dei ra-
dicali organici, in modo da for-
mare nuovi radicali diversi dai
primi ma però derivati da essi

Quando il Cloro il Bromo il
Jodio e il radicale acido nitrico,
sostituiscono l'idrogeno dei ra-
dicali organici, vanno quasi a
nascondersi in esso, si combi-
nano assai intimamente e
non si separano che difficilmen-
te, mentre nelle loro combina-
zioni cogli altri radicali si pos-

sono facilmente aver liberi

Consideriamo per esempio il radicale metile CH_3 esso combinandosi al cloro di un composto analogo ai cloruri inorganici che si dirà cloruro di metile

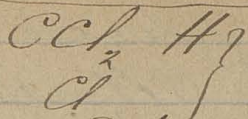
$$\left.\begin{matrix} CH_3 \\ Cl \end{matrix}\right\}$$

L'azione sostitutiva del cloro si manifesta anche col radicale metile: due atomi di idrogeno sono sostituiti da due atomi di Cloro e uno ne rimane libero Si avrà un radicale avente la formula

$$CCl_2H$$

che si dirà metile biclorato

Questo radicale derivato dal metile si comporta come un radicale semplice e potrà quindi combinarsi nuovamente col

cloruro di metile biclorato.

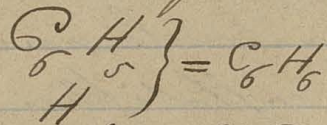
$$CCl_2 \left. \begin{matrix} H \\ Cl \end{matrix} \right\}$$

Il cloro unito al radicale suddetto agisce in modo diverso dal cloro di combinazione, si trasporta e si separa assai difficilmente, non si presta ad essere sostituito, e si può staccar solo dal radicale quando lo si distrugga.

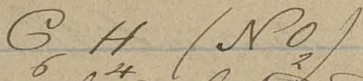
L'elemento che costituisce l'idrogeno si fissa più intimamente e non si manifesta ne si rende libero mediante quelle azioni che ne scoprono la presenza nelle altre sue combinazioni.

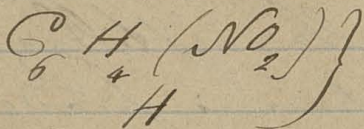
Quando il radicale che sostituisce gli atomi d'idrogeno e il radicale dell'acido nitrico NO_2 i prodotti che si ottengono diconsi nitrosostituzioni, e fra questi alcu

ni importanti come la nitrobenzina, il nitro cellulosio etc.

La benzina è un carburo d'idrogeno avente un odore di petrolio quando è pura; chimicamente è un joduro di fenile avente la formula

$$\left.\begin{matrix} C_6H_5 \\ H \end{matrix}\right\} = C_6H_6$$

Se la si tratta coll'acido nitrico il radicale NO_2 sostituisce uno degli atomi di idrogeno del radicale fenile e si à un nuovo radicale

$$C_6H_4(NO_2)$$

La formula del prodotto nitrosostituito sarà

$$\left.\begin{matrix} C_6H_4(NO_2) \\ H \end{matrix}\right\}$$

che si dirà <u>nitrobenzina</u>

Ma la nitrobenzina ~~non~~ è quell'es ~~senza~~ essenza tanto usata nella profumeria è nota col nome di <u>essenza</u>

artificiale di mandorle amare od essenza di mirbane.

La gran quantità di questa essenza che si adopera nella industria proviene appunto dalla nitrosostituzione della benzina perchè la vera essenza di mandorle amare sarebbe un prodotto costosissimo, mentre la benzina si ottiene come prodotto secondario dalla distillazione del carbon fossile. Esso dà anzitutto il gas illuminante, poi un miscuglio di svariatissime sostanze d'aspetto bituminoso e ributtante che dicesi catrame o goudron: da questo colla distillazione si ottiene fra i primi prodotti che volatilizza a 80° la benzina. Questa si impiegava prima a sciogliere grassi e resine, ma ora non si trova più in commercio la vera

benzina che si impiega per ottenere la nitrobenzina: i prodotti noti col nome di benzina, ed aventi la stessa proprietà, sono prodotti volatili ottenuti dal petrolio

Il cellulosio $C_6H_{10}O_5$ il quale costituisce il tessuto cellulare, le fibre vegetali, e tutto lo scheletro delle piante, ed è rappresentato dal cotone, cellulosio quasi puro con poca materia grassa, dà colla nitrosostituzione del radicale NO_2 (tre atomi del quale vanno a prendere il posto di tre atomi di idrogeno) il nitrocellulosio che non è se non se il cotone fulminante avente una forza esplosiva maggiore della polvere — per il maggior volume occupato da prodotti aeriformi che si formano all'atto della esplosione —

In generale tutti i prodotti nitro sostituiti sono composti esplosivi, perchè sotto l'azione del calore, il radicale NO_2 si priva del suo ossigeno, e questo brucia istantaneamente e completamente, tutti gli altri elementi del corpo nitroso sostituito; quindi se noi bruciamo per esempio del cotone fulminante, dopo una fiamma istantanea e viva non rimane alcun residuo. Queste sostituzioni pertanto facilissime compionsi dando origine a prodotti importanti per la loro qualità, e non si osservano che nei composti organici in cui la molecola è più complessa, e contiene quasi costantemente un elemento assai facilmente sostituibile con l'idrogeno.

Azione del calore sui corpi organici

Alcune sostanze organiche sottoposte all'azione del calore, alcool etc volatilizzano inalterate ad una certa temperatura, cioè si riducono in vapore come molte inorganiche, altre non sono volatili, e quando il calore giunge ad un dato grado, si scompongono e riducono in una serie di composti meno complicati

Per esempio – se prendiamo un pezzo di legno e lo riscaldiamo esso brucierà anche completamente se vi à la corrente d'aria necessaria, l'ossigeno si unirà a quello dell'aria ed aiuterà la combustione, l'idrogeno ed il carbonio brucieranno

Se togliamo questo legno alla

azione dell'aria e lo riscaldiamo
in un recipiente chiuso, esso non
brucia, ma il calore producendo sem
pre la sua azione si scomporrà e
si avrà una serie di prodotti vo-
latili con un eccesso di Carbonio
per residuo. Le molecole di que
sti composti che si formano, so-
no certo meno complesse di quelle
del composto da cui derivano, per
chè ciascuna molecola del corpo
decomposto si suddivide dando o-
rigine a tante altre molecole di
prodotti diversi che saranno cer
to più semplici
Se per esempio si decompone
il cellulosio coll'azione del calo-
re, ogni molecola $C_6H_{10}O_5$ si sud-
divide in tante molecole ciascu
na delle quali o non contiene
che due soli elementi, o se pur

li contiene tutti e tre, si trovano in proporzioni minori

Di quest'azione del calore abbiamo un esempio evidente in quel gas la cui splendida fiamma si adopera ora così diffusamente per la illuminazione

Per ottenerlo si ricorre alla scomposizione mediante il calore di varie sostanze organiche, che se si decompongono a questa azione in un recipiente aperto in presenza dell'aria si decompongono bensì ma nell'atto stesso in cui avviene che si sviluppino i prodotti complessi, a contatto dell'ossigeno atmosferico a quell'alta temperatura si accendono e bruciano

Invece se si allontanino

dall'azione dell'ossigeno, e si ri-
scaldino fuori dell'aria, il calore
eserciterà egualmente la sua azio-
ne, la sostanza si decomporrà,
ed i prodotti non bruciando
si potranno raccogliere

Per esempio. poniamo un
poco di carbon fossile in una stor-
ta e riscaldiamolo, dopo aver atta-
cato ad essa un palloncino termi-
nato da un canello aperto. Dopo
un leggiero riscaldamento si in-
nalzerà dal carbone una specie di
nebbia costituita dai primi prodot-
ti volatili che scacceranno l'aria e
si condenseranno per via di raffred-
damento nel palloncino, dopo que-
sti prodotti liquidi all'ordinaria
temperatura, si svolgeranno i pro-
dotti aeriformi che sfuggono at-
traverso il canello, per cui appres-

sando all'estremità di questo una fiammella, bruceranno con fiamma viva e splendente.

La decomposizione del carbone fossile e di tutte le altre sostanze organiche da origine a prodotti di due specie, gli uni liquidi si innalzano allo stato di vapore e si condensano ne' recipienti che sono a temperatura inferiore, gli altri aeriformi non si condensano, ma sfuggono e si accendono.

Questo è il processo che si segue in generale nelle fabbriche del gaz illuminante per ottenerlo. Si può ricorrere a qualsiasi sostanza organica perchè i prodotti aeriformi che si svolgono sono sempre combustibili: quindi si potrebbero ricorrere agli olj o ad altre sostanze grasse, al legno, ai tessu

ti animali, allo zucchero, all'amido alle gomme etc.; ma trattandosi d'illuminazione si preferiscono quelle che con la massima economia danno la migliore qualità di gas, e fra queste si sceglie il carbone fossile, in cui la materia organica non è ancora tutta carbonizzata, ed avvi la parte bituminosa, che si comporta come tutte le altre sostanze organiche.

Questa materia bituminosa ricca di carbonio come le sostanze organiche, si decompone nelle storte del chimico; in grandi storte di ferro riscaldate da forni ad elevate temperature dallo industriale. I prodotti aeriformi che si sviluppano costituiscono col loro insieme

quel gas complesso combustibile
che vediamo bruciare con luce
sì viva: questi prodotti risulta
no dalla riunione ui composti
più semplici degli elementi della so
stanza decomposta; quindi noi tro=
viamo il carbonio unito all'ossige
no ed all' idrogeno, nell'ossido di car
bonio, o nei carburi d'idrogeno, l'os
sigeno e l'idrogeno combinati nel
l'acqua che si forma in gran co=
pia etc.
I ~~ra~~ prodotti vaporosi che si con
densano raffreddandosi costituiscono
quella materia liquida nera nota
col nome di <u>bitume</u> o <u>goudron</u>, e
che è un complesso di svariati pro
dotti gli uni già isolati, e gli altri
non ancora; questi sono molto
importanti come la benzina etc.
Finita la decomposizione

rimane nella storta una materia
carbonica nota col nome di coke
che si ottiene da tutte le sostanze
e proviene da quell'eccesso di carbo-
nio che non trova più idrogeno e
ossigeno a cui combinarsi, fin-
chè ne rimane sfugge sotto for-
ma liquida od aeriforme, il resto
si depone sulla storta

Esso si ottiene solamente
fuori del contatto dell'aria perchè
in presenza di questa brucierebbe
esso pure, e si produce solo per-
chè v'à nelle sostanze organiche
una quantità soverchia di car-
bonio, e se trovasse ossigeno
ed idrogeno a sufficienza per
unirsi, non si raccoglierebbe.

Questo gas non è per sè deto-
nante e tutti i disastri che pro-
duce con la sua esplosione dipen

dono dall'esperti mescolato per in
curia coll'aria formando un mi
scuglio tonante, come quello dei
due gas ossigeno ed idrogeno. Quin
di se si lascino aperti per errore
i rubinetti, o vi sia un foro nel tu
bo di diramazione, in modo che il
gas sfugga e si mescoli all'aria del
la stanza non appena si avvicina
un corpo succede la esplosione, bru
ciando in un istante tutto il gas.
Quindi non è prudente na-
scondere i tubi nella parete, per
chè quando siano corrosi in qual
che punto si à sviluppo di gas
e si ripete l'inconveniente non
appena si apra comunicazione
tra lo spazio chiuso e l'esterno.
Passiamo presentemente a
discorrere della natura delle varie
fiamme.

Natura delle varie fiamme.

Nelle fabbriche di gas illuminante esso si produce nelle storte mediante decomposizione delle materie organiche, e da esse raccolto nei gasometri si dirama per ogni parte.

Noi possiamo considerare lo stoppino d'una candela o d'una lampada ad olio, come la storta ove si svolge il gas il quale brucia istantaneamente a contatto dell'aria, appena si produce. La sola differenza che si à tra queste due fiamme quella del gas e quella della candela, è che nelle fiamme ordinarie bruciano tutti i prodotti aeriformi e vaporosi e solo con una viva corrente d'aria si ne

può ottenere la combustione completa; invece nel gas non brucia che la parte aeriforme e già depurata per cui la fiamma è più brillante.

Quando si accende una candela o la lampada, si à lo stoppino imbevuto di quella sostanza grassa che deve decomporsi e bruciare, ma per decomporla ed ottenerne i prodotti combustibili occorre avvicinarvi un'altra fiamma la quale riscaldi la materia assorbita dallo stoppino fino alla sua decomposizione che avviene rapidamente perchè la materia è molto divisa. Lo stoppino man mano che la materia si scompone, consuma, brucia, assorbendo per capillarità nuovo combustibile, e continua la decomposizione alimentandosi la fiamma.

Se si impiegassero sostanze per sè volatili come lo spirito di vino, non avviene alcuna decomposizione, ma esse si volatilizzano ed i vapori si accendono e bruciano.

Così il petrolio è un liquido composto di molti carburi d'idrogeno mescolati assieme aventi diverso grado di fusibilità, ed è più o meno volatile a seconda che predomina l'uno o l'altro di tali carburi. Quando il petrolio si accende, volatilizza senza decomporsi ed i vapori bruciano, trasformando lo stoppino da apparecchio di decomposizione in lambicco distillatorio.

La materia diversa delle fiamme dipende pertanto dalla diversa azione del calore secondo che scompone o fà evaporare la sostanza che brucia.

Noi abbiamo dunque veduto che nelle decomposizioni operate dal calore si sviluppano prodotti liquidi che si condensano e prodotti aeriformi, alcuni combustibili ed altri no, ed un residuo solido che rimane nella storta.

Fra questi prodotti, i più combustibili sono l'ossido di carbonio, ed i carburi d'idrogeno, e specialmente il deutocarburo che è il più luminoso.

Ora sono appunto queste sostanze aeriformi che bruciando a contatto dell'aria costituiscono il cono luminoso della fiamma innalzandosi dal tubo conduttore del gas o dallo stoppino ove ànno origine e tosto si accendono

Costituzione d'una fiamma.

Venendo ora alla costituzione d'una

fiamma, questa non è omogenea in tutte le sue parti, nè in tutte avviene una combustione completa, nè sono tutte costituite dagli stessi elementi. Infatti basta osservare che le sostanze aeriformi e vaporose, che bruciano a contatto dell'aria mantenendosi allo stato di vapore non sono a contatto dell'aria che alla superficie del cono. — Nell'interno non penetra aria ma avvi una sorgente continua di sostanze aeriformi per la decomposizione continua della materia grassa dello stoppino operata dal calore: nell'interno perciò ove vi à lo svolgimento continuo di gas e vapori che si innalzano, non può aver luogo la combustione

Noi troviamo intanto due parti nella fiamma, l'esterna

e superficiale a contatto dell'aria.
ove i principii trovansi allo stato
di combustione, l'altra interna o
ve non à luogo combustione cioè
combinazione chimica delle so-
stanze combustibili coll'ossigeno
atmosferico La parte esterna rap-
presenta la combustione delle so-
stanze stesse a contatto coll'aria,
producendo il calore che è dato da
tale parte esterna Quanto alla
parte interna bene osservando si
può dividerla in due parti, la me
dia e la centrale; la centrale è costi
tuita da materiali aeriformi e vapo
rosi che si innalzano dallo stoppi
no dopo la decomposizione della so
stanza grassa operata dal calore. O-
ra pel calore prodotto dalla com-
bustione di queste sostanze che
si svolgono dallo stoppino quan-

do è giunto ad un grado convenien
te il riscaldamento, alcune di ta-
li sostanze, massime il deuto-
carburo d'idrogeno si decompon
gono per una proprietà loro e si
dividono in carbone ed idrogeno
L'idrogeno è un gas combustibi
le quindi si porta all'esterno e
brucia, il carbonio è solido, e però
nella parte media si troverà que
sto carbonio solido proveniente
dalla decomposizione del bicarbu
ro d'idrogeno, certo in uno stato
di grande divisione poichè si separa
ra da un gas

Per dimostrare questa grande
proprietà dei carburi d'idrogeno
si prende un tubo di ferro o di por-
cellana, e postolo in un fornello
circondato da carboni ardenti lo
si arroventa: poi lo si pone in co

municazione con un apparecchio onde si svolga pure un carburo di idrogeno: questo attraversando il tubo rovente, si decompone, l'interno del tubo si ricopre di nerofumo, o carbonio ettilissimo, e sfugge il gas idrogeno puro

Nelle fiamme che rendonsi fuligginose, o mandano fumo, il fumo che si rende visibile è prodotto da parte del carbonio che sfugge alla combustione non trovando tutto l'ossigeno necessario perchè tutti i materiali che vengono a contatto coll'aria bruciano di combustione completa

Se trovasi ~~anzo~~ nell'aria vicina tanto ossigeno quanto occorre perchè la combustione sia completa, bruciano totalmente, e se non trovano bassante ossigeno, sfuggono alla combustione, l'occhio non ve

de le sostanze aeriformi e vaporose, che si svolgono, benchè vede il carbonio esile e molto diviso.

Quindi nelle stanze dove non vi sia molta aria si depone a lungo andare un pulviscolo nero sulle pareti che è nerofumo prodotto dalla combustione.

Invece se noi consideriamo una lampada a petrolio, sappiamo che esso è un miscuglio di parecchi carburi di idrogeno, e quando il lucignolo sia troppo alto se ne sviluppa tal quantità che si à una grande sorgente fuligginosa. Appena si pone il tubo e si regola lo stoppino si à una fiamma luminosa, perchè dallo stoppino non si sviluppa più che quella quantità di vapore che può portare l'aria con cui trovasi a con=

tatto, il tubo poi provoca dai forelli
ni in causa della elevata tempera
tura un tiraggio d'aria che porta
tutto l'ossigeno necessario alla
combustione

Nel petrolio non succede decom
posizione nello stoppino: il carbu
ro d'idrogeno si sviluppa, volatiliz
za inalterato, ma giunto alla parte
centrale della fiamma, non arde
più indecomposto ma il carbo
nio e l'idrogeno bruciano distin
ti, e questo costituisce la diversità
delle due fiamme.

Luce delle fiamme

Non tutte le fiamme sono lumi
nose, pallidissime sono per esem
pio quelle del gas idrogeno e del
l'alcool. Perchè una fiamma

sia luminosa occorre che in essa
si trovi un corpo solido che si ren
da candente, perchè appunto la
incandescenza è quella che dà la
luce

Così la fiamma del magnesio
si fa luminosa e così quella del
fosforo, nei quali si produce un
prodotto solido, candido — ossido di
magnesio od anidride fosforica —
che ad una forte temperatura
divien candente e luminoso
Quindi il ferro ridotto al calor
bianco è candente e luminoso, e
così dicasi di un cilindretto di calz
cio esposto alla fiamma del gas
idrogeno alimentato da una cor=
rente ~~di~~ di gas ossigeno;
esso diverrà candente e produrrà
quella che i chimici chiamano
luce di Drummond paragona

bile alla luce elettrica.

Quando in una fiamma non si producono corpi solidi, non si à una fiamma luminosa, così il gas idrogeno, corpo semplice bruciando da origine ad acqua ed à una fiamma poco luminosa; l'alcool bruciando non si decompone ma volatilizza e non produce materiali solidi candenti

Nelle fiamme comuni il corpo solido che dà la luce è il pulviscolo carbonioso della parte media, che proviene dalla decomposizione operata sotto l'opera del calore, del bicarburo d'idrogeno e che a quell' l'alta temperatura divien candente ed emana luce

Perciò quanto più ricca è la sostanza combustibile, di carburo d'idrogeno tanto più lumino=

da è la fiamma, e più intenso il calore che sviluppa quand'esso è puro. Quindi il petrolio dà una fiamma molto candida perchè contiene molti carburi d'idrogeno e una forte corrente d'aria alimentando la combustione sviluppa molto calore, brucia tutto il carbonio e tutto l'idrogeno e si à la massima incandescenza del pulviscolo ~~luminoso~~ carbonioso.

La parte luminosa della fiamma sarà la parte media ove appunto trovasi il pulviscolo carbonioso e dove esso diviene incandescente.

Se si soprappone alla fiamma una rete metallica abbastanza spessa in modo da tagliarla, la parte che sta al disotto continua a bruciare, ma la ./.

parte al di sopra non brucia, perchè
i metalli essendo ottimi conduttori
del calore, non permettono che il
pulviscolo carbonioso divenga in
candescente fino a intercettare il
calore. Quando si sovrappone la
rete i gas passano attraverso le
maglie ed in uno al pulviscolo,
ma la rete assorbe il calore, il gas
non trova più al di là la tempera
tura necessaria e sufficiente per
ardere e combinarsi all'ossigeno
quindi non si à luce ne combu-
stione, ma una nube di nero fu-
mo sollevasi al di sopra. Quando pe-
rò la rete siasi abbastanza riscalda
ta allora il gas accende e brucia
anche al di là
Osservando l'anello circolare
formato dalla rete troncando la
fiamma si vede un punto cen-

trale oscuro presso lo stoppino, che è la parte centrale, ed un anello luminoso all'interno

La parte centrale non è molto riscaldata e si può con acconcie pinzette tenere un grano di polvere senza che si accenda.

Se si sovrappone alla fiamma un corpo freddo, il pulviscolo si depone, e ritirandolo rapidamente si à una immagine netta della fiamma, si à un anello circolare lungo il quale si depone il pulviscolo, e nel centro non vi à nulla di carbonioso, come non v'à nella parte anulare che brucia

Lampada di Sicurezza

Alla proprietà delle reti metalliche, si appoggiò Davy nel co=

struire la sua lampada di sicurez=
za con cui si può penetrare nelle
miniere senza pericolo di esplosio
ne.

Migliaia di vittime perivano
annualmente in Inghilterra,
e spesso alla mattina doveva uno
dei lavoranti sacrificarsi al bene
comune ed avanzare col lume
acceso. Talvolta salvavasi se la fiam
ma inlanguidendosi gli permetteva
di conoscere l'esistenza del gas nelle
miniere ma in eccesso d'aria, tal
altra il miscuglio tonante esplo
deva.

Nelle decomposizioni delle so
stanze organiche, quando per la
mobilita dei loro elementi si ri
ducono in altre meno complesse
specialmente nella lenta altera=
zione operata dal tempo nelle so=

stanze organiche sottratte all'azio-
ne diretta dell'aria si svolge in
copia un gas che si chiama pro
to carburo di idrogeno, contiene
meno carbonio del carbu-
ro.

Esso chiamasi gas delle paludi
perchè si produce nel loro fondo
per l'alterazione dei residui delle
piante che vi crebbero e periro-
no e delle piante vegetali che acci-
dentalmente vi caddero, e che
scompostesi sotto la superfi
cie delle acque, formano quel
combustibile fossile che dicesi
torba. Questo gas svolgendosi
dal fondo melmoso trovasi in
piccola quantità, e si svolge
in bolle le quali salgono alla su-
perficie

Questo gas trovasi dunque

nelle miniere di carbon fossile,
e mentre queste si scavano si svi=
luppa molto spesso perchè si in=
contrano nel lavoro spazii vuoti
ripieni di questo gas proto carbu=
ro d'idrogeno ora questi spazii vuo
ti messi in communicazione col=
l'aria il gas vi si mescola e produ=
ce un miscuglio tonante che de
tona quando gli si communichi il
principio di ~~ ~~ ignizione, ora
essendo necessario andar in queste
miniere con lumi accesi avveni
va spesso l'esplosione.

Davy, celebre chimico inventò
nel 1812 la sua lampada di sicu=
rezza che non è altro che una lam
pada ad olio la cui fiamma è
tutta circondata da una rete me
tallica, la qualora quale vi fosse
di questo miscuglio tonante, il gas

penetrerebbe bensì nella rete ed esploderebbe ma nel ritornare fuori non potrebbe comunicare al rimanente quell grado di calore necessario alla accensione essendo questo nel passaggio stato assorbito dalla rete metallica.

In seguito siccome la rete impediva il passaggio alla luce si sostitui, nella parte che circonda il lucignolo, un serbatoio di vetro rotondo a pareti grosse e guarentito da spranghette di ferro lasciando la rete alla parte superiore

Lampada di Bunsen

Nei laboratorii si è sostituita la lampada di Bunsen alla lampada ad alcool. La lampada di

Bunsen dà maggior calore, nettez
za di lavoro non depositando sui
corpi sovrapposti il nero fumo
In questa avvi un beccuccio da
gas comune, cui si invita un can
nello che dicesi caminetto, ed alla
base del quale vi sono più fori Es-
però il getto di gas trascina seco dai
fori una corrente d'aria capac
ce a produrre la combustione
totale del gas dentro il cannello
anzichè al di fuori in modo che
tutto il pulviscolo carbonioso an
zichè depositarsi brucia: ecco quin
di la ragione della pallidezza
della fiamma, poichè la lu
ce di essa essendo data dal pulvi
scolo carbonioso reso incande
scente, una volta che esso brucia
totalmente manca luce: ottu
rando poi i fori anche con le di

ta si è nuovamente la luce viva del gas illuminante.

Fiamme di riduzione e di ossidazione

Quando si parla di una fiamma dal lato di ottenere effetti chimici, la si divide in fiamma di riduzione e fiamma di ossidazione. Riduzione si riferisce ad ossidi i quali con un mezzo atto a togliere loro l'ossigeno vengono ridotti allo stato metallico. Ossidazione è il contrario. Ora in alcuni saggi chimici molte volte si fa uso della fiamma sotto differenti riguardi. Alcuni sali si fondano alla fiamma in un globetto, alcuni ossidi metallici tingono il vetro come il perossido di rame dà il verde, il suo pro

tossido ci dà il rosso, l'ossido di cobalto l'azzurro.

Ora da questi sali colorati dagli assoggettati al calore della fiamma si possono distinguere i metalli che vi sono combinati

Questi effetti di riduzione e di ossidazione poi si anno conforme si applichi la parte esterna o la parte interna

Supponiamo di riscaldare un corpo ossidabile nella punta di una fiamma che sia abbastanza calorifera. Se si tenesse una porzione di questo corpo nella punta della fiamma, lo si assoggetta così all'azione della fiamma esterna e quindi vi à tutto il riscaldamento nel corpo di più egli sarà a contatto dell'aria, per cui si avrà l'ossidazio

ne del corpo
Se invece un metallo ossidato viene introdotto nella parte interna della fiamma, esso si riscalderà ma non trovandosi al contatto dell'aria ma bensì di tutti quei materiali che costituiscono la fiamma, i quali hanno la temperatura sufficiente per essere atti alla combustione, cioè ad unirsi coll'ossigeno - esso toglierà l'ossigeno al metallo ossidato riscaldato, per cui ecco come una fiamma serve pure di riducente.
Dunque la fiamma ~~es~~ esterna è ossidante, l'interna è riducente. Ecco come in questi saggi si adopera il cannello ferruminatorio che è lo

stesso di quello dei saldatori cioè un
tubo lungo conico e che si apre in
un forellino molto stretto. Però
nei saggi chimici si adopera il
cannello ferruminatorio for-
mato di due tubi in angolo retto,
ma nell'angolo da essi formato
vi à un rigonfiamento per fare
raccogliere il vapor acqueo che sof-
fiando, l'alito nostro porta con se-
co. Il cannello à lo scopo di dirige-
re la fiamma sul corpo sul quale
la si vuol fare agire, più ancora
serve di mantice perchè mantie-
ne una corrente d'aria che riav-
viva la combustione

È evidente ora che quando si vo-
glia operare una riduzione trattan-
dosi della lucerna del Bunsen
bisognerà turare i due fori per-
chè non vi sia aria all'interno, giac-

che invece di togliere l'ossigeno all'ossido in questo caso i materiali combustibili lo avrebbero dall'aria la quale si introdurrebbe appunto per quei due fori della lampada.

Fiamme colorate

Esse sono originate da sostanze speciali che vengono ridotte allo stato di vapore nella fiamma interna; per cui queste sostanze devono essere volatili così i sali di bario colorano la fiamma in verde, i sali di sodio in giallo, il nitrato di stronzio in un bel rosso i sali di potassio in violetto, i sali di rame in verde etc

Per cui quando si volesse conoscere in un composto qualunque

di questi metalli si può vedere come colorano la fiamma mettendo un poco di questo composto in un filo di platino. Ora la fiamma del Bunsen è adattissima anche a ciò, giacchè essendo quasi scolorita, basta poco per colorirla tanto è vero che di tratto in tratto si veggono in essa fiamma degli sprazzi gialli che dipendono dal pulviscolo dell'aria che va a contatto della fiamma; e se si scuote un panno vicino alla fiamma, il pulviscolo che ne parte va a colorire la fiamma in un bel giallo. Si vede da ciò quanta squisitezza abbia questa fiamma.

Di qui l'analisi spettroscopica la quale si fonda sul fatto che i corpi volatili che colorano la fiamma non danno come i corpi non

volatili che colorano la fiamma
ma non danno come i corpi
non volatili uno spettro solare
ma uno spetro speciale per ci
ciascuno di essi, per cui è mol
to facile il distinguerli non
solo se trattasi di trovare un cor
po solo ma anche se ve ne à un
miscuglio, giacchè queste linee
colorate che risultano da uno
spettro sono nette fra di loro
Così nella cenere del siga-
ro vi esiste non solo il calcio,
il potassio, il sodio, ma an-
che il litio come si può vedere
nello spettroscopio
E tanta è l'importanza di que
sto strumento che dobbiamo ad
esso la scoperta del Rubidio, Cesio
Tallio che prima non erano no-
ti.

Ecco quanto riguarda la fiamma, passiamo ora alle

Fermentazioni

Tra i fenomeni varii che presentano i corpi organici avvi anche quello delle fermentazioni.

E questo fenomeno noi non lo riscontriamo nelle molecole dei corpi inorganici, giacchè i corpi organici anno molecole ben più complicate e composte di un gran numero di elementi, per cui essendo molto complessa la molecola, vi deve essere la facilità di dividersi in composti più semplici. Così se assoggettiamo una molecola organica al calorico noi abbiamo

una divisione di essa in altret-
tante molecole di composti
più semplici. Ora il fenome-
no delle fermentazioni si
collega a questa mobilità de
gli elementi nella sostanza
organica

Per render chiaro il feno-
meno delle fermentazioni par-
tiamo da un fatto notissimo,
dal mosto che diventa vino
Spremuta l'uva noi non ri
scontriamo nel mosto le pro-
prietà del vino, che anzi passa
tra loro grande differenza
Quando il mosto passa allo
stato di vino si vede come una
specie di ebollizione — come di-
cesi comunemente — Però se
si volesse essere più esatti si di-
rebbe che quel fenomeno è una

effervescenza, giacchè vi è il gas
acido carbonico che si sviluppa.
Ora vi deve essere un'azione chi-
mica perchè si sviluppi questo
gas, si formi l'alcool etc., que-
sta azione chimica che vi è dicesi
fermentazione e siccome vi
sono varie fermentazioni così
noi per ispecificarla la diremo
fermentazione vinosa o meglio
ancora alcoolica. Quindi quan-
do in una fermentazione a-
vrò per prodotto l'acido butirri-
co si dirà fermentazione butir-
rica e per analogia avremo la
fermentazione lattica, aceti-
ca o mista e ——
Ora la fermentazione chi-
mica è sempre luogo sotto l'a-
zione di corpi speciali che diconsi
si fermenti e nello stesso tem-

so vi deve essere anche la sostan
za che di essi fermentabile, cioè
quella sulla quale l'azione
à luogo

Così stando sempre al fat
to del mosto dell'uva vi sarà
adunque la materia fermen
tabile che è lo <u>zucchero d'uva</u>
o glucosio il quale però non
è esclusivo alla sola uva, ma
trovasi in moltissime frut
ta p.e. nella mela, fichi e

Lo zucchero ordinario inve
ce non è il glucosio, e non è
fermentabile, ma siccome
lo zucchero ordinario non dif
ferisce dal glucosio che per con
tenere ~~idrogeno solforato~~ acqua di
meno per cui esso potrà fa
cilmente tramutarsi in glu
cosio assimilando una mole

cola di acqua e quindi divenire fermentabile

I prodotti della fermentazione alcoolica sono l'alcool e lo acido carbonico. Ve ne sono altri due, ma che si trovano per frazioni cioè l'acido succinico e la glicerina che si trovano in tale piccolissima quantità da non tenerne conto

Ora si conosceva che per la fermentazione ci volevano queste sostanze speciali che diconsi appunto fermenti ma e si diceva che erano sostanze azotate, ma non si era ben sicuri, per cui si passava di supposizione in supposizione

Altre essenziali cose per la fermentazione si ritenevano e la temperatura e l'aria la qua

te si credeva che intervenisse
coll'ossigeno nell'azione
Ci fu un esperimento
del Gay-Lussac il quale inven
tò un'apparecchio da spreme
re l'uva in un recipiente pri
vo d'aria. Questo succo abbandor
nato a sè e privo d'aria alla tem
peratura voluta si vide che fer
mentazione non aveva luogo
Dunque era così comprovata
la necessità della presenza
dell'aria Introdotta poi dal Gay
Lussac una bolla d'aria nel reci
piente che conteneva il succo di
uva vide che la fermentazio
ne incominciò e continuò
perfettamente dunque era co
sì provato che la fermentazio
ne per cominciare aveva biso
gno dell'aria, non però per con=

~~terminte~~ finirale. I Chimici cercarono allora di spiegare questo fenomeno colla parola forza di contatto o forza catalittica, cioè si diceva l'aria al contatto del succo operava questa azione. Ma questa forza non era che immaginaria e non arrivava a spiegar niente

Però noi ora siamo ~~rif~~ riusciti in chiaro di questo fenomeno per i studi del francese Pasteur il quale ci fece ~~a~~ vedere come la fermentazione è una azione chimica su di una sostanza fermentabile mediante i fermenti

I fermenti sono veri esseri rivestiti che si sviluppano, si nutrono e si moltiplicano nel liquido - La materia fermen

tabile è quella che in parte ser
ve a dare nutrimento a que-
sti esseri viventi.

I prodotti adunque che noi
otteniamo non sono che i re
sidui lasciati da essi; ne viene a
dunque che togliendo dalla mo
lecola quello che serve alla nu
trizione di questi esseri viventi
essa è scomposta e precisamen
te allora nei prodotti, nel caso
nostro, di alcool e di acido car
bonico

(continua nel fasc. 5°)

Però questa sostanza fermentabile

Chimica organica

Fermentazione

(seguito)

Però questa sostanza fermentabile non basta alla nutrizione di questi esseri ma vi occorrono sostanze azotate e sostanze saline perchè possa aver luogo la fermentazione. Questi esseri sono minimi ed appena si vedono col microscopio. Ecco ora la feccia che si compone nella fermentazione, essa che non appare che poltiglia scura, non è che il complesso di questi esseri viventi. Se noi prendiamo la feccia della birra che si vende in commercio e anche questa è pure costituita da simili esseri che parte appartengono ai vegetali e parte al regno animale. Questi ultimi si dicono

microzoari e microfiti i primi.
Ora il fermento proprio della fermentazione alcoolica è dei microfiti e di quel genere detto microderma vini o cerrovisiæ — della birra — giacchè esso è pure il fermento della birra che è pure un prodotto di fermentazione alcoolica
Se adunque sono esseri organizzati, viene da se che non potranno svilupparsi se non quando troveranno le condizioni necessarie al loro sviluppo. Supponiamo per esempio di aver l'uovo del baco fecondato, noi vediamo che perchè si sviluppi occorre che vi sia la temperatura necessaria, inoltre anche dopo sviluppato il baco perirebbe se non avesse l'alimento necessario per la sua nutrizione che è il gelso; dunque anche per la fermen=

tazione alcoolica occorre la sostanza zuc=
cherina, poichè essa sola è atta alla
nutrizione di codesti esseri.

Ora, come si originano questi es=
seri viventi?

Noi sappiamo che esseri viventi
nascono da esseri viventi. Dunque le
osservazioni fatte conducono a sup=
porre che i germi loro si trovano
nell'aria che li porterà qua e là
ed il germe si svilupperà quan=
do vi siano le condizioni volute.

Di qui vediamo la ragione di
quella bolla d'aria che bastò al
Gay-Lussac per alimentare e
far continuare la fermentazione
del succo d'uva. Quell'esperimen=
to tolse dalla mente dei Chimi=
ci l'idea che l'aria intervenisse coi
suoi elementi poichè quella bolla
d'aria, se ciò fosse vero avrebbe

fatte continuare sviluppata benti la fermentazione ma non l'avrebbe fatta continuare; tutti gli esperimenti del Pasteur tesero a questo scopo cioè egli arrivò a far condurre l'aria nel succo dell'uva, ma ridotta pura, e quest'aria non sviluppò la fermentazione; ecco adunque come si provò che i germi del fermento sono nell'aria.

Noi vediamo per conseguenza che tutte le bevande alcooliche si ottengono sempre per via di fermentazione.

Se prendiamo il vino che è il tipo di queste bevande sappiamo come abbia luogo la fermentazione in cui la molecola dello zucchero d'uva và a dividersi nell'alcool e nell'acido carbonico, gas che si svolge e che fa ve

dere quell'apparente ebollizione
Fu il Gay Lussac che dimostrò
come avvenisse nella fermenta
zione alcoolica lo sdoppiamento
della molecola dello zucchero nei
due composti surriferiti. Noi pe
rò diremo che questo esatto sdop
piamento non può avvenire
giacchè ve ne è una quantità,
benchè lieve, consumata da quei
minimi esseri. E diffatti gli ulti
mi esperimenti ci mostrano che
vanno perduti $\frac{3}{10}$ sia nel forma
re l'acido succinico, sia nella nu
trizione di quei minimi esse
ri.
Questi esseri possono originare
la fermentazione anche in una
soluzione di zucchero commune
Ora se noi facessimo due eguali,
per quantità, soluzioni di zuc=

chero una di glucosio ed una di zuc
chero ordinario vediamo che il glu
cosio fermenta prestissimo, ma
lo zucchero ordinario bisogna che
fissi una molecola d'acqua ed
allora esso fermenterà perchè si
è trasformato in glucosio.
Ora se noi in una pura so
luzione di zucchero mettiamo del
fermento - feccia di birra - non
si potrà avere fermentazione
perfetta perchè mancano gli al
tri elementi, ma pur tuttavia
comincia però essa è più len
ta perchè ci vorrebbe la sostanza
azotata etc. Mancando dunque
questa sostanza azotata ne viene
che parte di questi esseri che co
stituiscono il fermento si nu
trono dell'altra parte giacchè
abbiamo pur detto che questi

speri contengono in se sostanze azo-
tate e saline.

Quindi da qualunque sostan-
za zuccherina noi avremo la fermen-
tazione con questo mezzo e quindi
bevande alcooliche. Ecco come sia
che per avere l'alcool si impiegano
certe frutta avareate etc. le qua-
li assoggettate prima alla fermenta-
zione e poi alla distillazione dan-
no l'alcool, chè non tornerebbe
conto l'estrarlo dal vino. Ecco ora pu-
re come ci viene dichiarato che co-
sa sia il vino spumeggiante.

Per avere adunque un vino
spumante basta che l'ultimo
periodo della fermentazione al
meno, abbia luogo nella bottiglia
chiusa giacchè quello spumeggiamen-
to proviene dall'acido carbonico
il quale mentre prima sotto la
./.

forte pressione era costretto a restar sciolto, dopo aperta la bottiglia tende ad espandersi e per conseguenza origina quello spumeggiamento

Tanta poi è la tensione di questo gas che se il vino non è chiuso in una forte bottiglia esso la romperebbe. Quando si tratta di vini spumanti in generale si fanno mettendo nella bottiglia un pò di zucchero il quale così originerà una nuova fermentazione.

Ma abbiamo un'altra bevanda alcoolica o spiritosa cioè la birra molto importante. Per la birra ora è un liquido zuccherino che serve per ottenerne la fermentazione?

No, si adopera l'orzo il quale certo non contiene sostanza zuc

cherina. Ora siccome abbiamo
detto che per la fermentazione
alcoolica occorre il glucosio come
sostanza fermentabile come si
è che adoperando l'orzo per la birra
si ha la fermentazione alcoolica?

Anche nella birra vi è il glucosio
che fermenta il quale glucosio è forma
to dall'amido dell'orzo, amido che
in certe condizioni si tramuta in
glucosio e precisamente ogni qual
volta lo si tenga riscaldato in
una soluzione lievemente acidu
la

Quindi la fabbricazione della birra
si divide in più operazioni.

La 1ª operazione che si fa sull'or
zo si è la germogliazione cioè quel
l'atto mediante il quale sotto da
te condizioni avviene lo sviluppo
della giovane pianta. Ora cosa succe

cede ogni qualvolta in natura un ser-
me farinoso comincia a germoglia-
re? Succede che avvengono azioni
chimiche per le quali durante la
germogliazione si origina una so
stanza particolari che i chimici
chiamarono diastasia e che si può
anche separare. Ora questa dia
statia agisce a modo di fermento
sulle sostanze amidacee, cioè di
tramutare l'amido prima in de
strina che è una gomma e poi in
glucosio. Ecco adunque spiegato
come nelle fabbriche di birra la
prima operazione sia la germoglia-
zione dell'orzo, per ottenere la
quale si mette l'orzo inumidito
sul pavimento ad una certa tem
peratura ed aria, temperatura che
deve sempre essere costante per-
chè l'orzo germogli tutto ad un

punte. Dopo cominciato a germo=
gliare lo seccano e poi lo macina=
no — dopo la macinatura si chia=
ma malto — dopo però aver tol=
to il piccolo germinino, il quale do
po seccato è facile a staccarsi. Il
malto è ora la sostanza prima fer
mentabile in cui vi è bensì l'a=
mido, ma vi è pure la diastasia
la quale in determinate condi
zioni è atta a far tramutare
l'amido in glucosio.

Ecco ora la necessità di quel
la seconda operazione che si fà
subire al malto cioè la saccarifica
zione, cioè tramutazione dello
amido in glucosio, quando la
diastasia si trova a contatto con
essa e con acqua ad una deter
minata temperatura. Ecco che
perciò fanno andare dell'acqua

calda nel malto e si mescola.
L'amido non è solubile nel-
l'acqua, ma lo zucchero si per cui
in quest'acqua vi sarà sciolto il
glucosio che andò a formarsi. Que-
sto liquido adunque noi possiamo
dirlo mosto della birra, giacchè in
questo caso egli è precisamente
nelle condizioni del mosto di una
sostanza zuccherina, dell'uva.
L'ultima operazione, lasciando
do stare l'aromatizzazione, è la
fermentazione che si promuove
più prontamente aggiungendo-
vi della feccia di birra. Se vi sarà
poi sviluppo grande di acido car-
bonico il fermento sarà da que-
sto gas portato al disopra ed allo-
ra via alla fermentazione.
Se invece si conduce lenta la fer-
mentazione, allora il fermento

man mano che si forma va al bas-
so perchè vi è poco e lento svilup-
po di acido carbonico. La birra a-
dunque è una bevanda alcoolica
in cui quel sapore frizzante e spe-
ciale che sentiamo è dato dall'a-
cido carbonico disciolto in essa. La
birra spumante chiusa in botti-
glie ci darebbe argomento di fare
il medesimo discorso che abbia-
mo già fatto pel vino spuman-
te e che sarebbe inutile il ripete-
re.

Di più ne viene che noi po-
tremo avere fermentazioni al-
coolische da tutte le granaglie e
dalle patate stesse mediante la
germogliazione e si assoggettano
granaglie e patate massime se
avariate alla fermentazione al-
coolica per poi ottenere l'alcool

Panificazione.

La panificazione risiede pure sulla fermentazione alcoolica, intendendo sempre però per pane una pasta che non sia compatta e pesante, ma leggera e spugnosa con particolari manipolazioni per smaltirla facilmente nello stomaco.

Ora l'ottenere la pasta quale è necessaria per conseguire il pane lo dobbiamo a quel periodo di manipolazione che dicesi lievitazione o rigonfiamento in cui avviene la vera fermentazione alcoolica. Nel frumento vi è alcun poco di zuccaro, ma vi sono altre sostanze che nelle opportune condizioni sono atte a far diventare parte dell'amido in gluco

tio.

Queste condizioni sono una tempe
ratura sufficiente ed uniforme ed u=
na certa umidità. Allora avendo nel
la pasta del glucosio, se vi fosse mescola
to del fermento si avrebbe subito la
fermentazione alcoolica. Per cui ec
co come vi si aggiunge il così detto lie
vito che o è una pasta già antece
dentemente lievitata oppure feccia
di birra ben lavata, perchè non vi
sia quell'amaro.

Nella lievitazione quindi vi sarà
un po' di acido carbonico ed un po'
di alcool che vanno a formarsi. O=
ra l'acido carbonico svolgendosi tro
va una pasta elastica e tenace per
cui esso si trova imprigionato ed
ecco il cosidetto rigonfiamento.
Quindi ecco perchè il pane sia
così spugnoso, tanto più che il ca=

lorico nella cottura dilata il gas in modo che esso + disgrega ancor più la pasta suddetta. Ecco adunque come anche per il pane il fondamento primo risieda nella fermentazione alcoolica. Nell'acetificazione non abbiamo una fermentazione alcoolica, ma fermentazione acetica

Acetificazione

L'acetificazione è la tramutazione di un liquido alcoolico in aceto. Quando si à un liquido alcoolico tramutato in aceto, l'essenziale della tramutazione sie l'alcool cambiato in acido acetico

Il radicale dell'acido acetico è $\left.\begin{matrix} C_2H_3O \\ H \end{matrix}\right\} O$

Il radicale dell'alcool $\left.\begin{matrix} C_2 H_5 \\ H \end{matrix}\right\} O.$
Etilico è

Quindi con due atomi di ossigeno si à la tramutazione dell'alcool in acido acetico. Noi potremo quindi tramutare l'alcool in acido acetico mediante l'ossidazione

Ma nelle fabbriche d'aceto la tramutazione avviene in opera di una vera fermentazione; perciò vi sarà un fermento che agirà portando ossigeno poichè l'essenziale del fatto non cambia

Il fermento dell'aceto è pure un micoderma conosciuto sotto il nome di micoderma aceti. Questo micoderma è costituito appunto dalle cosidette volgarmente madri (in dialetto mare) che ànno l'aspetto di una membrana mucilaginosa che è appun-

to il complesso di questi minimi esseri. Ecco perchè quando si voglia fare l'aceto si gettano nel vino queste madri le quali accelerano la fermentazione. L'ufficio poi di questo micoderma è quello di assorbire l'ossigeno dall'aria per cederlo poi all'alcool del liquido alcoolico; quindi è chiaro allora come avviene l'acetificazione da un liquido alcoolico.

Putrefazione

La stessa putrefazione delle sostanze risiede in una fermentazione che dicesi putrida. Da essa abbiamo quel complesso di prodotti che sono originati dallo scioglimento dei tessuti organici sotto determinate condizioni.

Questo argomento venne qui enunciato appunto per enumerare le condizioni che sono necessarie alla putrefazione e che sono le seguenti:

1° La presenza dell'aria.

2° " " " acqua

3° Una certa temperatura e precisamente una temperatura al di sopra dello zero

Ecco adunque che quando mancasse l'una o l'altra di queste tre condizioni non avrebbe luogo putrefazione

Da ciò ne viene che si fonda su queste tre condizioni la conservazione delle sostanze animali e vegetali

Se parliamo della temperatura abbiamo esempi in natura che per le condizioni nelle quali ebbero a

trovarsi molti animali non sono putrefatti. Così nel Gran S. Bernardo non si putrefanno per la bassezza della temperatura. Così si trovarono degli animali — genere elefante; specie perduta — colle carni ancora conservate in mezzo ai ghiacci della Siberia; sicchè è facile immaginare come da tanti anni secoli essi si trovassero in quelle condizioni.

Ora è chiaro che il mezzo più imbarazzante per conservare le carni sarebbe questo della bassa temperatura, giacchè se trattasi d'un tempo piccolo si può farlo benissimo ma non così quando vogliasi ottenere la conservazione per un tempo grande massime nella estate. Poi vediamo col fatto che le sostanze medesime

vengono anche alle volte coltivate nel ghiaccio o conservate in cantine ed allora putrefazione non ci punto luogo finchè vi è ghiaccio. Così vi sono ambienti nei quali appunto si cerca di mantenere la temperatura a zero, così le grandi cantine per conservare la birra, specialmente in Inghilterra ed in Germania in cui la temperatura è zero.

Però questo mezzo è imbarazzante e perciò poco utile in pratica. Ma passiamo all'altra condizione per la putrefazione cioè la presenza dell'acqua. Quindi ci si presentano subito tutte quelle materie che si conservano col semplice disseccamento di origine vegetale che animale. Così per esempio le frutta secche nelle quali se non fosse-

stata loro estratta l'acqua si avrebbe la putrefazione giacchè vi sarebbe oltre la fermentazione putrida, anche la fermentazione alcoolica perchè vi è il glucosio che poi passa allo stato di fermentazione acida.

Ecco perciò quell'odore di agro che si sente nelle frutta andate a male. Vi sono ancora materie animali che si conservano mediante il semplice disseccamento. Infatti il merluzzo (baccalà) viene conservato lungamente con questo mezzo.

Ma oltre al ricorrere al disseccamento come mezzo per togliere l'acqua alla materia vi sono altre vie quelle cioè di far uso di sostanze le quali abbiano molta affinità per l'acqua e quindi tolgano l'acqua alla sostanza da conservarsi

Queste sostanze che ànno affinità per l'acqua sono alcuni sali e specialmente il cloruro di sodio mediante il quale si conservano tante sostanze non perchè esso abbia una proprietà specifica per annullare la putrefazione, ma per la sua tendenza all'acqua esso appunto toglie alla materia che si vuol conservare quell'acque che le servirebbe per putrefare. Ecco la spiegazione ora di quella salamoja che si trova nelle sostanze salate. Essa è quell'acqua che il sale tolse alla materia e nella quale esso si sciolse: ma non è pura acqua quella che costituisce la salamoja ma vi sono bensì in essa pure sciolte delle sostanze alimentari azotate ed ecco perchè le carni salate sono meno nutritive delle fresche.

Ora bisogna badare che anche quan-
do vi è una sostanza conservata col
sale essa può benissimo andar sog-
getta alla putrefazione, quando es-
sa si trovi in una atmosfera umi-
da, poiche allora il sale assorbe l'umi-
dità dell'aria ed allora lascia l'altra
acqua alla sostanza la quale perciò
va in putrefazione. Ora la ragione
perchè si adopera il cloruro di sodio
si è che gli altri sali, abbenchè più
potenti, sono o non adatti pel loro
sapore o perche realmente fanno
male all'organismo. Mediante il
sale si conservano pure anche vege-
tali così le olive salate. Molti altri
prodotti e specialmente vegetali
si conservano mediante lo zucche-
ro (frutta candite etc) poichè esso
influisce nella stessa maniera
del sale. Ne viene adunque che se si

volessero conservare le carni collo zucchero invece che colla salatura lo si potrebbe ma non è certo una via economica. Altra sostanza ancora possiede la facoltà di ~~conservare~~ togliere l'acqua ed è l'alcool ed esso si usa a conservare certe sostanze.

Ma quest'alcool in commercio si trova molto difficilmente privo d'acqua, anzi esso ne contiene sempre una certa quantità tanto è vero che lo si misura in commercio a gradi mediante l'alcoometro per sapere quale sia la quantità d'acqua che contiene. Ora quando si prende questo spirito di vino del commercio noi abbiamo già dell'acqua in esso tuttavia siccome esso à una grande tendenza per l'acqua quando viene a contatto di queste sostanze toglie loro la

acqua e diffatti si vede la sostanza raggrinzarsi. Ecco come sia diffuso l'uso dell'alcool in conservarne preparati in genere specialmente nei musei, nei gabinetti anatomici ecc.

Però nell'alcool vi à pure una altra condizione che determina la conservazione della sostanza, la coagulazione cioè dell'albumina. Se noi prendiamo dell'albume d'uovo e se ci versiamo sopra dello spirito di vino vedremmo nascere la coagulazione precisamente come avviene quando la si fa cuocere. Ecco adunque un'altra proprietà dello spirito di vino che influisce moltissimo sulla conservazione delle sostanze. Infatti l'albumina che è una sostanza così diffusa è eminentemente putrescibile quando sia allo

stato naturale, ma dopo coagulata essa è poco putrescibile.
Finalmente abbiamo l'aria per la putrefazione. Dunque per conservare le sostanze basterà sottrarla da esse. E qui siamo di nuovo all'esperimento del Gay-Lussac a proposito della fermentazione alcoolica.
Non occorre che l'aria continui ad essere sempre presente perchè continui la putrefazione. Per applicare questa condizione alla conservazione in commercio si usa di comprimere le sostanze ma è certo che questo non è un metodo molto buono perchè l'aria può venire assorbita per cui anzi si usa la compressione ed il disseccamento come nelle frutta secche etc.
Vi ànno sostanze che si inverni

ciano o si mettono dentro sostanze
grasse appunto per togliere il con=
tatto dell'aria. Dunque alcune
sostanze si inverniciano. Così il
guscio dell'uovo è costituito di sostan
za calcare ed à pori per cui attraver
so di essi può penetrare l'aria. Chiu=
dendo adunque questi pori sarebbe
garantita la conservazione di esso.
Si applicò perciò le vernici, ma essa
non può venir adottata per la pra
tica in masse grandi. Piuttosto un
mezzo migliore si è quello di immer
gere l'uovo nel così detto latte di calce
messo nell'acqua. L'acqua che à sciol
ta un po' di calce penetra nei pori
del guscio e l'acqua poi evapora e re
sta la calce la quale all'aria diventa
carbonato di calce perchè assorbe l'a=
cido carbonico per cui questo mezzo
serve come d'una vernice per conser

vare le uova.

Finalmente abbiamo quel metodo che ora si è largamente divulgato e che si conosce dal suo inventore col nome di Appert, che è quel modo col quale si conservano le sostanze alimentari in cassette di latta ermeticamente chiuse cioè senza l'accesso dell'aria. Queste sostanze a seconda di esse ànno un vario grado di coltura. Il coperchio della cassetta è saldato con saldatura metallica e dopo aver collocata la materia alimentare nella cassetta si assoggettano al bagno Maria. In tal maniera quell'aria che pur dentro si ritrova, per effetto del calore si dilata immensamente e per un forellino che si lascia esce.

Finito lo scaldamento con saldatura metallica si chiude pure il

fornellino

Nella cassetta adunque vi sarà una tenue quantità di aria e l'ossigeno di essa viene assorbito dalla sostanza per azione chimica non inspiegabile: con questo mezzo esse sostanze si conservano molto bene ed ecco perchè si può avere sostanze alimentari d'altri paesi, perchè i marinaj possono trasportarsi nei loro lunghi viaggi queste sostanze compresse nelle cassette, da cui la preservazione da tanti mali a cui essi andavano soggetti per non poter avere sostanze alimentari adatte.

Qui avendo parlato della conservazione delle sostanze alimentari diremo poiche parole anche intorno alle sostanze antisettiche. Esse sono quei tali composti che

abbino una facoltà loro particolare quella cioè di conservare o l'una o l'altra sostanza specialmente a= nimale.

Ma queste non sono materie che si adoperino per conservare so= stanze alimentari perchè sia che esse cambiano assolutamente il prodotto, sia che sono veri veleni, esse non si adoperano.

Una di queste sostanze è l'acido pi rolegnoso che è il prodotto della distil lazione secca di un legno, come il gas illuminante è il prodotto della di= stillazione secca del carbon fossile.

Ciò che si disse adunque del carbo ne fossile si deve ripetere eziandio per il legno, però i prodotti che si ottengono non sono tutti identici. Infatti quell'acqua che si cava nel le fabbriche di carbon fossile è un

acqua ammoniacale

Nella distillazione del legno invece non abbiamo acque ammoniacali, ma acque acide in cui vi à l'acido acetico alcunchè di materia bituminosa che resta sciolta nell'acqua vi à eziandio un certo composto che dicesi creozoto che à l'odore della fuliggine. Ora quest acqua così ottenuta dalla distillazione secca del legno ed in cui vi à sciolto acido acetico, bitume, creozoto dicesi acido pirolegnoso e si adopera per conservare specialmente i legni e più ancora i legni delle rotaje, che sono tanto esposti alle condizioni della putrefazione. Per conservarli si adoperò prima l'acido pirolegnoso, e poi altre materie.

Così pure il tannino che è quella materia stringente che è

abbondante nelle frutta immatu
re e che va scomparendo col matura
re di esse, è un mezzo energico per
conservare certe sostanze.

Difatti il processo principale
col quale si riduce in cuoio le pel
li sta appunto nel tannino il qua
le può considerarsi in questo caso
come una sostanza antisettica
Il tannino però è adoperato nel
le pelli d'uso comune, non così
nelle pelli dei guanti e quelle a con
cia bianca.

Gli alcali stessi adoperati in certe
circostanze, si possono considerare
come sostanze antisettiche. Gli
egiziani adoperarono gli alcali per
conservare ed imbalsamare i corpi
che ancora si trovano allo stato di
mummie

Ancora i composti dell'arsenico

come l'acido arsenico, l'acido arsenioso e i suoi solfuri sono pure sostanze antisettiche che prima venivano adoperate per conservare i legni, uso che poi si abbandonò per la proprietà venefica di queste sostanze. Ora si adoperano ad imbalsamare e animali ad uso dei musei etc.

Così pure il sublimato corrosivo, potente veleno, è adoperato ad imbalsamare i corpi. Così pure i sali di stagno, di zinco ànno una virtù antisettica.

Ecco adunque che queste sostanze non preservano la materia che si vuol conservare o dall'una o dall'altra di quelle condizioni che sono necessarie per la putrefazione ma la preservano per azioni chimiche speciali che avvengono. Così il sublimato corro

rotivo coagula l'albumina per azio
ne chimica, mentre il calorico coa
gula si l'albumina ma per azio
ne meccanica giacchè non vi à
esto azione chimica. Tanto è vero
che l'antidoto del sublimato corro=
sivo apprestato a tempo si è il bian
co d'uovo battuto nell'acqua poichè
allora succede nello stomaco la coagu
lazione dell'albumina e quindi non
vi à più azione venefica.
Una sostanza antisettica viene ad=
doperata pure per conservare le car
ni. Vi sono carni disseccate che si assog
gettano all'affumicamento per la
loro conservazione. Ora questa opera
zione non serve ad altro che per trat
tenere il creozoto il quale dà alla
carne quell'odore di fuliggine. Ora
a compiere questa parte che si ri
ferisce alla generalità che devono

precedere lo studio della Merceologia non ci resta altro che parlare della analisi delle sostanze organiche.

Analisi delle sostanze organiche

Essa per la natura dei prodotti viene ad essere fondata su via diversa da quella adottata per le sostanze inorganiche.

Per darne un cenno bisogna premettere una distinzione in analisi immediata ed analisi mediata

Prendiamo una sostanza organica di quelle che si trovano in natura come per esempio il seme della pianta del caffè. Questo seme non rappresenta uno speciale composto chimico, ma invece avremo un insieme di composti, così il se-

nuto proprio di questa materia vege-
tale è sempre costituito dalla sostan
za detta dai chimici cellulosio, ap
punto perchè di esso sono formati
le pareti delle cellule e che si tra=
sforma variamente prendendo lo
aspetto di fibre e finalmente nel
cotone prende l'aspetto di natura
ossea come gli involucri di certi ve
getali come le ossa delle ciliegie etc
Vi sarà innoltre anche quella
materia astringente che di ceti tan
nino da noi poc'anzi citata e di più
troveremo dell'olio essenziale che
dà l'aroma al caffè quell' ~~ar~~ aroma
proprio della sostanza detta caffeina
Vi sarà materia grassa, ed ancora
sali organici e sali inorganici
Ecco dunque che quando ci si pre
senta un corpo naturale organico,
non abbiamo già in esso un com
2

posto unico, ma bensì un insieme di prodotti.

Così prendiamo, ad esempio, il succo spremuto dalla canna da zucchero e dalla barbabietola. In esso non trovasi solamente acqua e zucchero come parebbe a prima vista, ma ancora albumina, sostanze coloranti etc. Ne viene adunque che analizzando un prodotto naturale organico bisognerà separare i varii composti di cui è formato determinandone la quantità. Ora, siccome questi composti diconsi immediati, perchè immediatamente costituiscono il corpo, così l'analisi che serve a scoprirli dicesi pure immediata. Ciascuno poi di questi prodotti che si separò con queste analisi non è certo

un corpo semplice, ma sibbene un corpo composto

Così nel succo suddetto quando avrò separato lo zucchero, l'acqua, l'abumina etc mediante un'altro processo analitico solo potrò sapere anche la composizione dei singoli prodotti ~~suddetti~~ costituenti un corpo. Ecco allora che la così detta analisi mediata od elementare appunto perchè analizza gli elementi dei componenti una sostanza naturale organica.

Ora quando si analizzino tutte le sostanze organiche tanto animali che vegetali non ne abbiamo un gran numero da analizzare giacchè pochi sono i composti speciali perchè per esempio tutti i vegetali ànno presso à poco gli stessi componenti.

Ecco ora che bisognerà cercare quei mezzi di separazione che sono più adatti alla sostanza.
Si fa perciò uso dei cosidetti solventi e molto in grande perchè appunto abbiamo sostanze solubili in certi liquidi ed insolubili in altri. I solventi perciò servono di grande soccorso nell'analisi immediata perchè abbiamo per esempio varie foglie da analizzare, si piglierà in un solvente tutto ciò che ~~che~~ vi è di solubile in esso Dopo ciò si passerà ad altro solvente etc Ed ancora dopo bisognerà regolarsi a seconda delle proprietà delle sostanze che si analizzano Così se saranno materie atte a cristallizzare ecco che le separeremo mediante la cristallizzazione, si az

vranno sostanze volatili e si sepa
reranno allora mediante la di
stillazione
Ecco ora come dal fatto della
analisi si passò anche al lavoro in
grande di separazione di una data
sostanza. Ecco allora l'apparecchio
di spostamento il quale serve a se
parare una materia solubile
da un dato prodotto.
Supponiamo di avere
un prodotto nel quale vi
sia la materia da sepa
rare solubile nell'ac
qua. Allora il primo
recipiente che si tro
va collocato al di sopra
viene riempiuto a me
tà dalla sostanza orga
nica, avendo cura di
mettere al fondo del vaso un pò di

bambagia, e l'altra metà del sol
vente acqua. Essa trovandosi a
contatto colla sostanza scioglierà
la materia solubile e filtrerà per
la bambagia nel recipiente sot
tostante. Siccome poi quest'acqua
non sarà ancora satura così si chiu
de il robinetto superiore e poi si
torna a versare acqua per di so-
pra ed essa trovandosi ancora
a contatto colla sostanza organi
ca si saturerà. Puossi poi adopera
re altre sostanze come l'alcool
etere ed ancora sostanze volati
li come etere solfuro di carbonio
ed ecco allora perchè non vadano
perduti i vapori di etere che si chiu
de il recipiente superiore con
un turacciolo.

Ora quando trattasi di sostan
ze volatili abbiamo anche la

ragione del tubo che trovasi nel re=
cipiente inferiore. Infatti se non
vi fosse quel tubo i vapori del liqui
do volatile abbenchè non possano
uscire dal recipiente superiore
pure essi non trovano la pressio
ne sufficiente per discendere giac
chè essi occuperanno la parte su
periore ma il tubo mette in co=
municazione l'aria e questa par
te superiore. L'aria si incana=
la e va ad occupare il posto dei
vapori della sostanza organica
ed essi allora passano per la sostan
za da sciogliere. E qui troviamo
appunto la spiegazione della
analisi frazionata che si impie
ga hi di un miscuglio di sostan
ze volatili le quali avendo un pun
to di ebollizione differente noi
avremo per distillazione ad uno

ad uno questi componenti.
Così a 60° per esempio avremo una sostanza, a 70° un'altra e così via via. Questo sarebbe il caso del come si analizzò il petrolio greggio.
Esso ci rappresenta un miscuglio di una quantità considerevole di carburi di idrogeno alcuni volatili alla temperatura ordinaria cioè al disotto di 30° centigradi ed arriviamo grado per grado a quei carburi che arrivano a bollire fino a 300°. Se noi allora mediante la distillazione otteniamo nei tempi successivi i varii carburi ecco adunque che allora avrò questi prodotti separati i quali non saranno già puri, perchè anno un punto di ebollizione troppo vicino, ma as

soggettandoli a nuova distillazione riesciranno puri, che costituiscono il petrolio. In ciò consiste appunto l'analisi frazionata.

Un metodo analitico speciale si può adunque dare per l'analisi immediata ma si opererà a seconda delle proprietà dei composti che si analizzano e a seconda dei casi speciali.

Completeremo l'argomento dando un esempio noto riguardo l'analisi immediata per distillazione frazionata. Nell'analisi del petrolio noi conosciamo già i carburi che la costituiscono e non si poteva conoscerli nè separarli che mediante la distillazione frazionata per la quale collocando un termometro sapremo mano mano a qual punto ogni car

curo volatilizzi.
Ora come si farà a condensare i vapori quando trattasi di analizzare sostanze molto volatili?
Non si potrebbero certo condensarli nell'apparecchio di distillazione perchè l'apparecchio altrimenti si riscalderebbe. È vero che fino ad un certo punto basterebbero anche i serpentini, ma a tale scopo si usano i cosidetti refrigeranti di Liebig per i quali si può condensare qualunque vapore anche il più volatile, perchè il vapore che esce dall'apparato di distillazione va ad incanalarsi in un tubo immerso in una corrente continua e che sempre si rinnova di acqua fredda.
Essi sono formati da un tubo di vetro immerso in un secondo

tubo a diametro molto più largo
montato in ottone. Da questo secon=
do tubo alla parte supe
riore parte un piccolo
tubo ed al basso dell'al=
tra parte vi è pure un
tubo che si innalza la
teralmente. Nell'aper
tura superiore del tubo
primo innestato al col
lo dell'apparato distillatore si fà
passare il vapore. Si fà poi afflui
re l'acqua per il tubetto inferio
re del tubo secondo, il quale quan
do sarà ripieno farà passare l'ac
qua per il tubetto superiore in
modo che noi avremo una cor
rente continua di acqua. Si fà
poi entrare l'acqua per il tubo
inferiore appunto perchè i vapo
ri entrano dalla parte superio=

re del tubo primo se invece l'acqua
entrasse dal tubo superiore l'ac
qua sarebbe riscaldata subito
dai vapori perchè andrebbe nel
lo stesso senso dei vapori: ciò non
avviene invece quando l'acqua
entrando per il tubetto inferio
re va in senso contrario dei va=
pori.

Esso è un apparecchio molto
semplice e che ognuno può far
lo avendo due canne di vetro
di diametro differente. Esse si ter
ranno ferme l'una dentro al=
l'altra mediante due tappi di
sughero debitamente tagliati.

In questa maniera l'opera=
zione della distillazione fraziona
ta va a trovarsi immensamen
te agevolata

Ci resta ora a parlare del

l'analisi mediata più comune
mente detta elementare perchè
per essa si separano i diversi e
lementi che costituiscono i com
posti distinti che formano uni
ti insieme una sostanza natura
le organica

Ora coi progressi attuali del
la scienza si conosce già che si
ritrovano sostanze organiche
le quali contengono eziandio
sostanze di natura inorgani
che questi si possono analiz
zare coi metodi stessi che abbia
mo già descritti per poter ana
lizzare i composti inorganici
giacchè se noi per esempio
in un composto organico tro
veremo del ferro, solfo etc., si
farà presto a determinarli, ma
l'analisi elementare si limita

adunque a trovare gli elementi
che costituiscono le sostanze or
ganiche i quali come noi già sa
piamo sono l'idrogeno l'ossi=
geno ed il carbonio ed anche mol
te volte l'azoto donde deriva
appunto la grande distinzione
in materie azotate e materie
non azotate. Se si trattasse
adunque di una sostanza igno
ta si fà presto a sapere se essa
sia azotata o non azotata e ciò
mediante la distillazione sec
ca cioè col calore. Infatti se noi
collochiamo in una provetta
per esempio della segatura di
legno e poi lo riscaldiamo esso
non brucierà, ma si decom=
porrà ed arrosserà una listerel
la di carta resa prima azzurra
dal tornasole perchè da una so

stanza che non sia azotata si svol
gerà sempre l'acido acetico. Se
invece nella provetta mettiamo
dell'albumina noi vedremo
che la listerella mantiene il
suo colore azzurro inalterato,
ma se finalmente vi mettia
mo una listerella arrossata già
da un acido noi vedremmo che
essa ritorna azzurra, appunto per
chè dalle sostanze azotate si
svolge un po' di ammonia
ca.

Trovato adunque se la so=
stanza sia o no azotata per ri
trovare l'azoto occorrono norme
speciali per determinarlo. Esso
si può avere nella sua quanti=
tà svolto sotto forma di ammo
niaca assoggettando la sostanza
organica all'azione di reagen

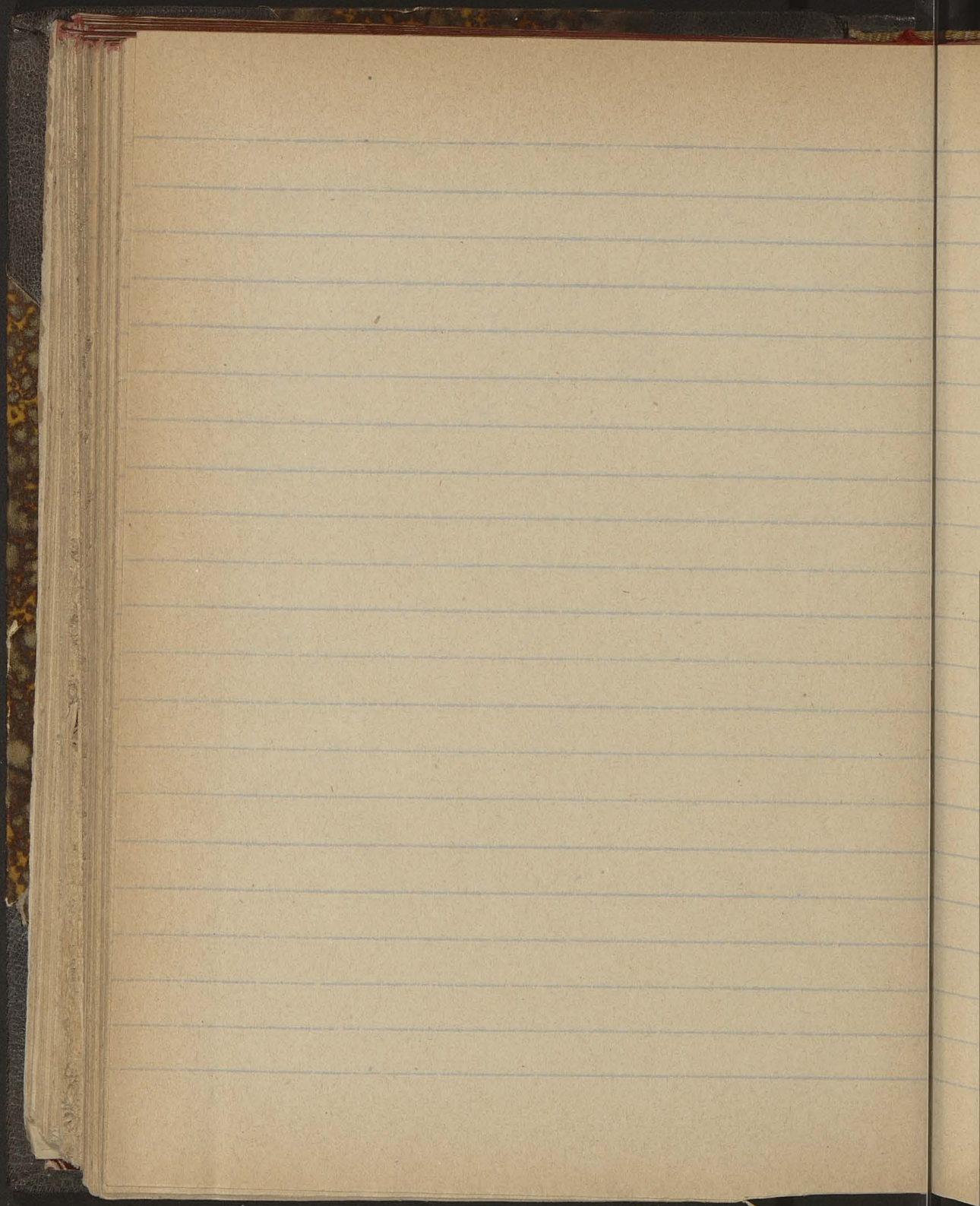
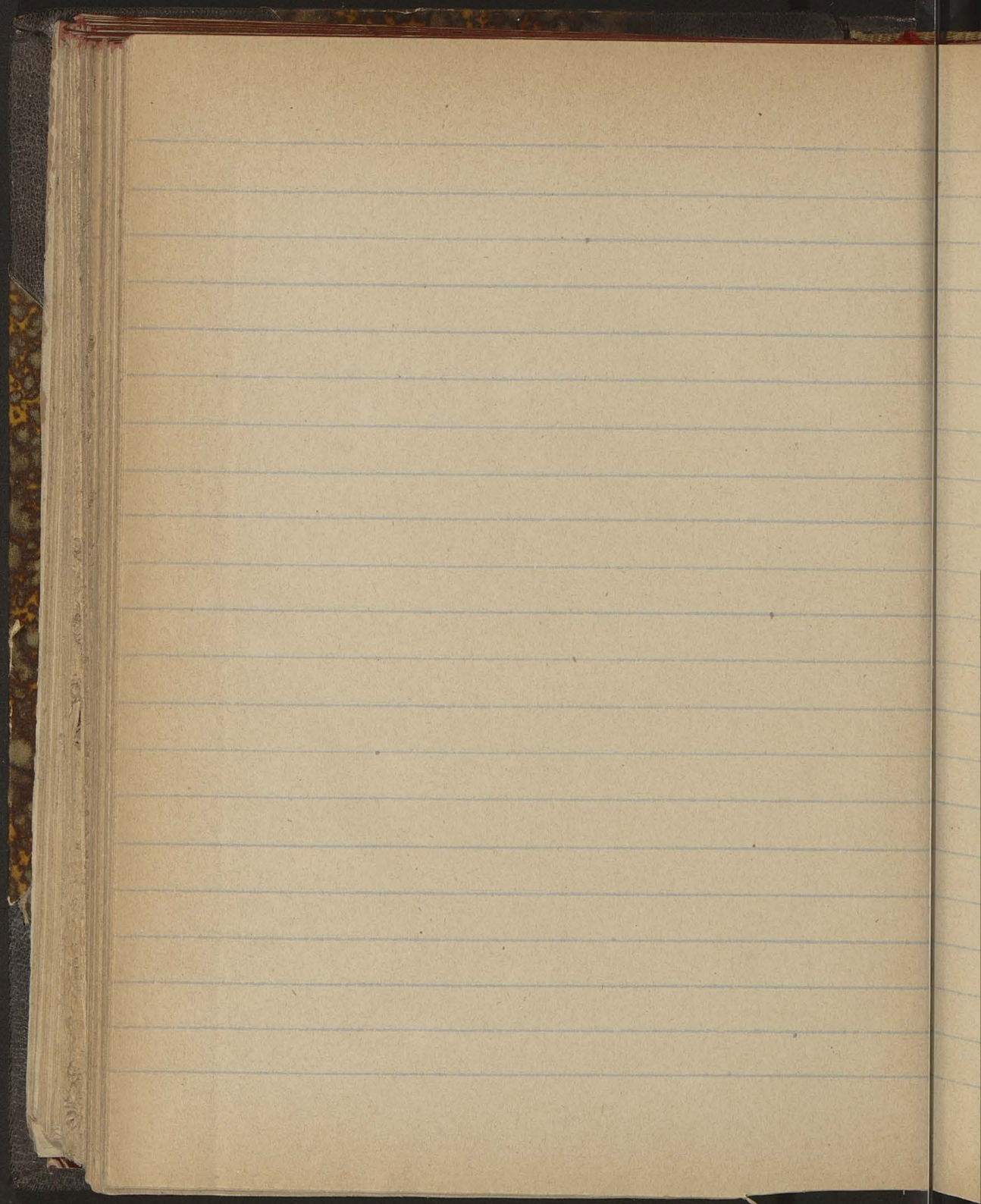
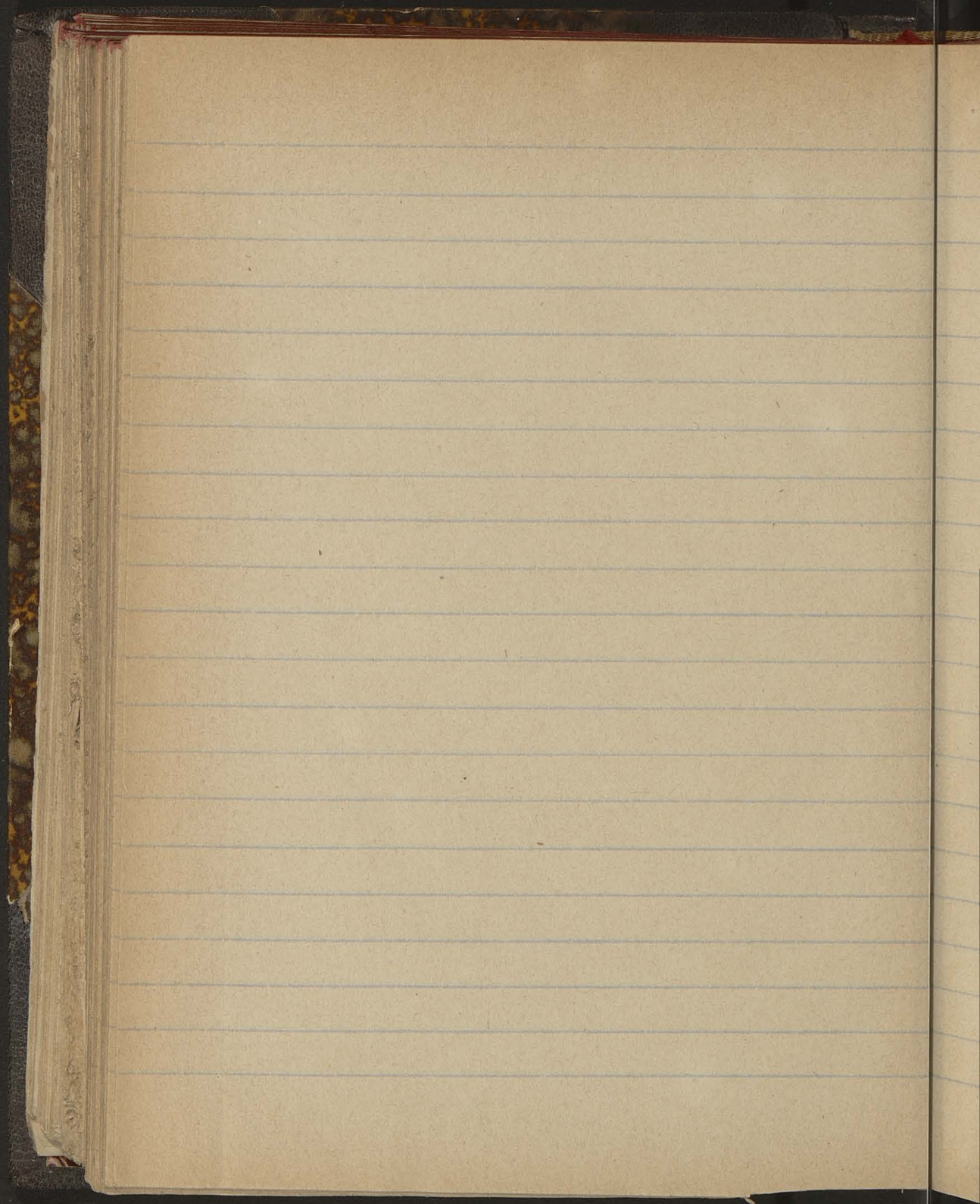
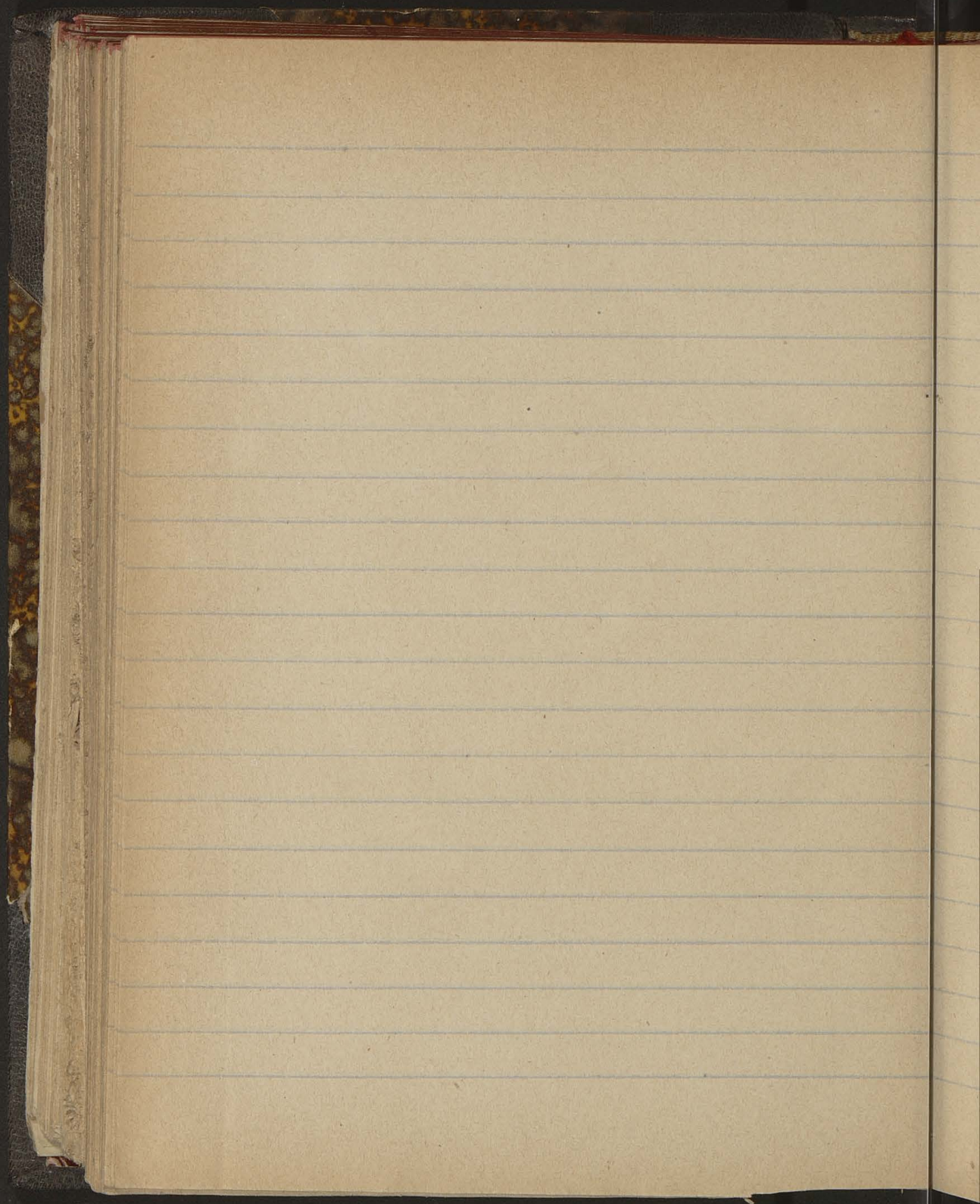
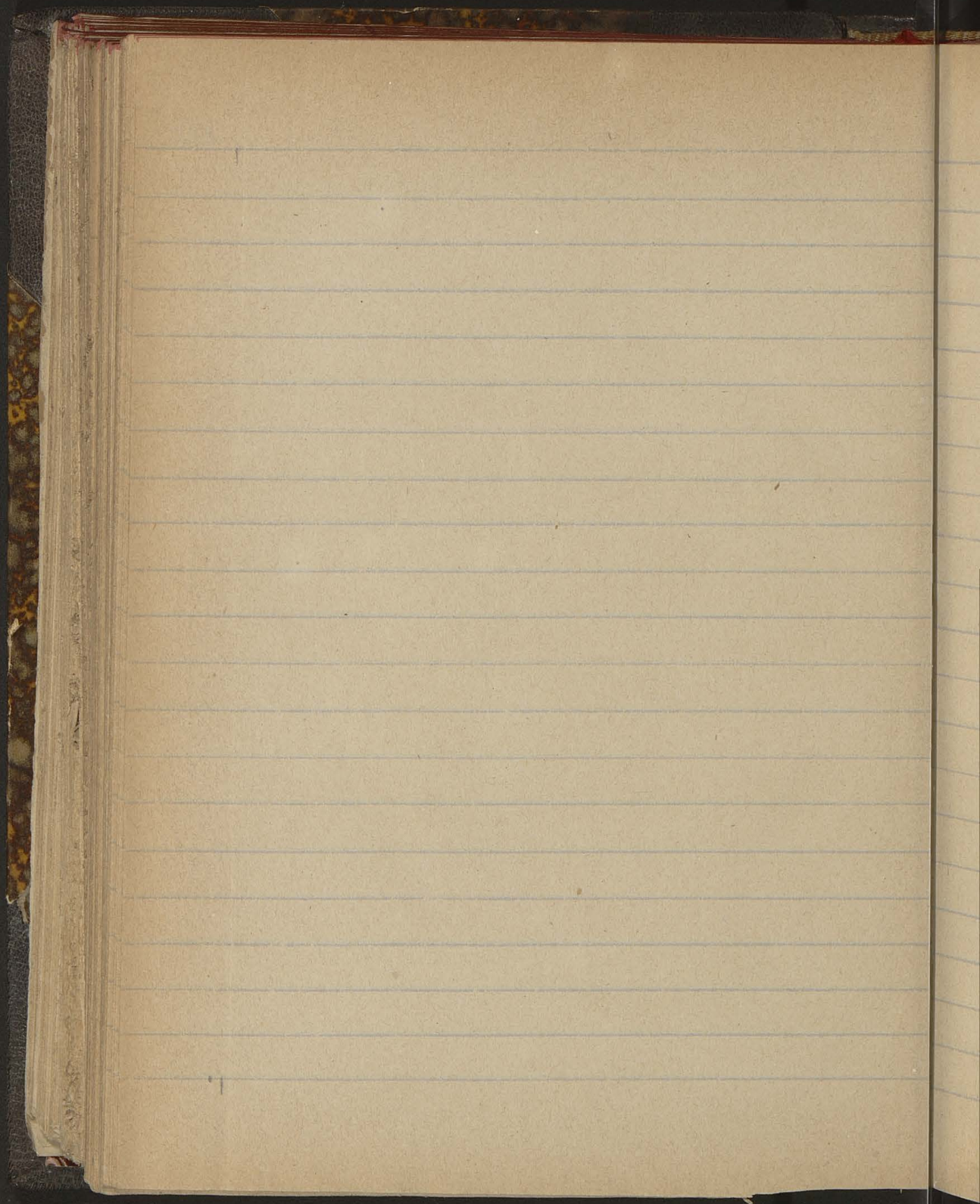
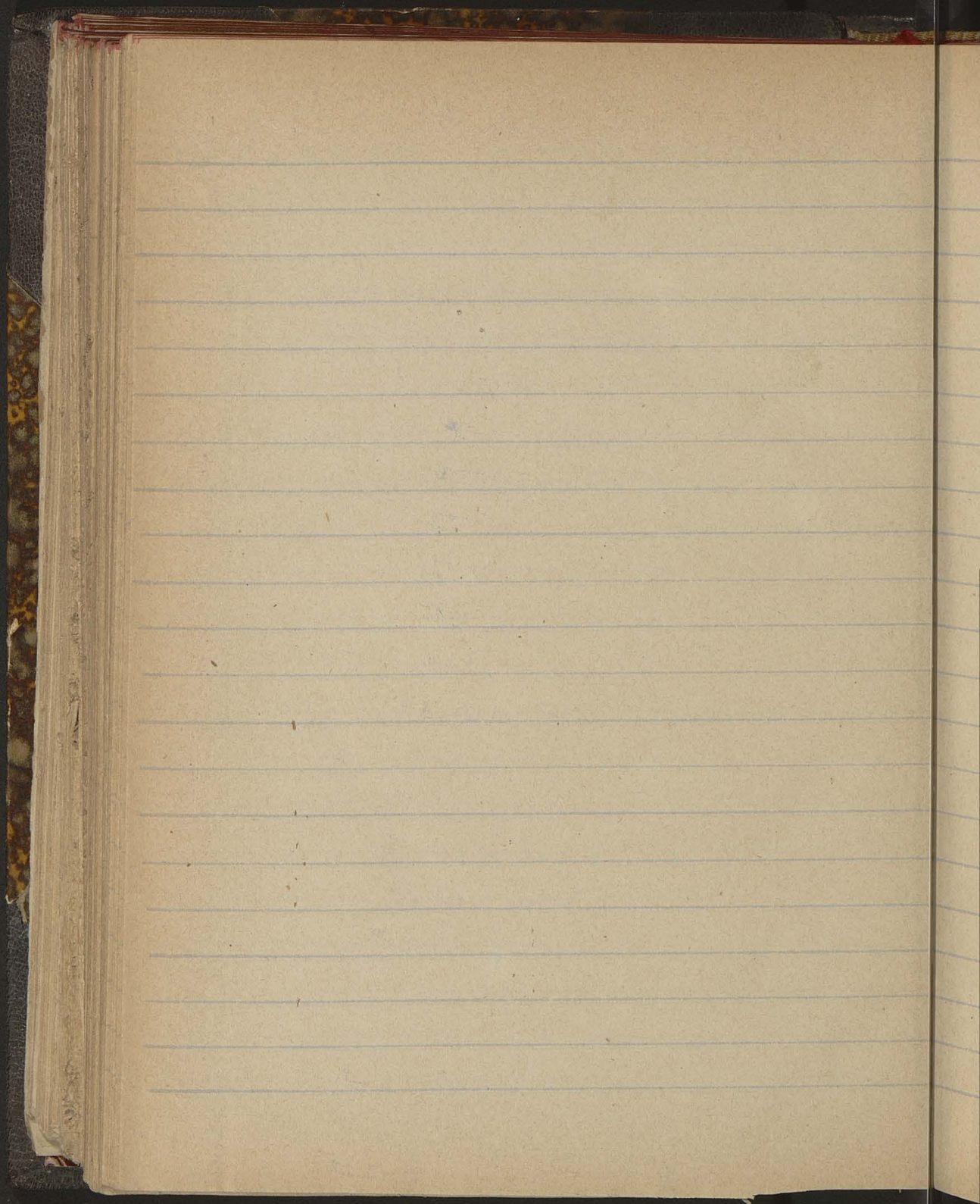
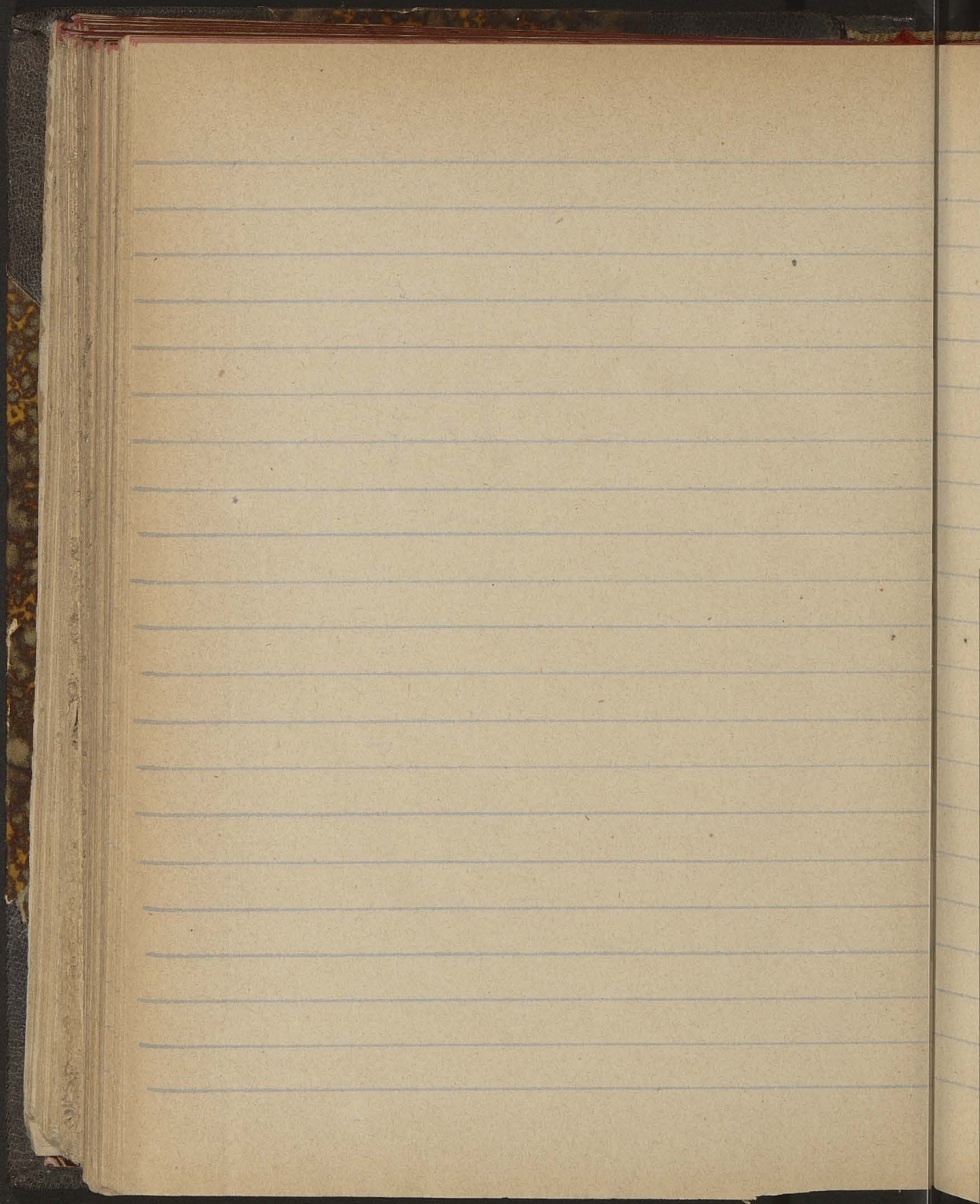
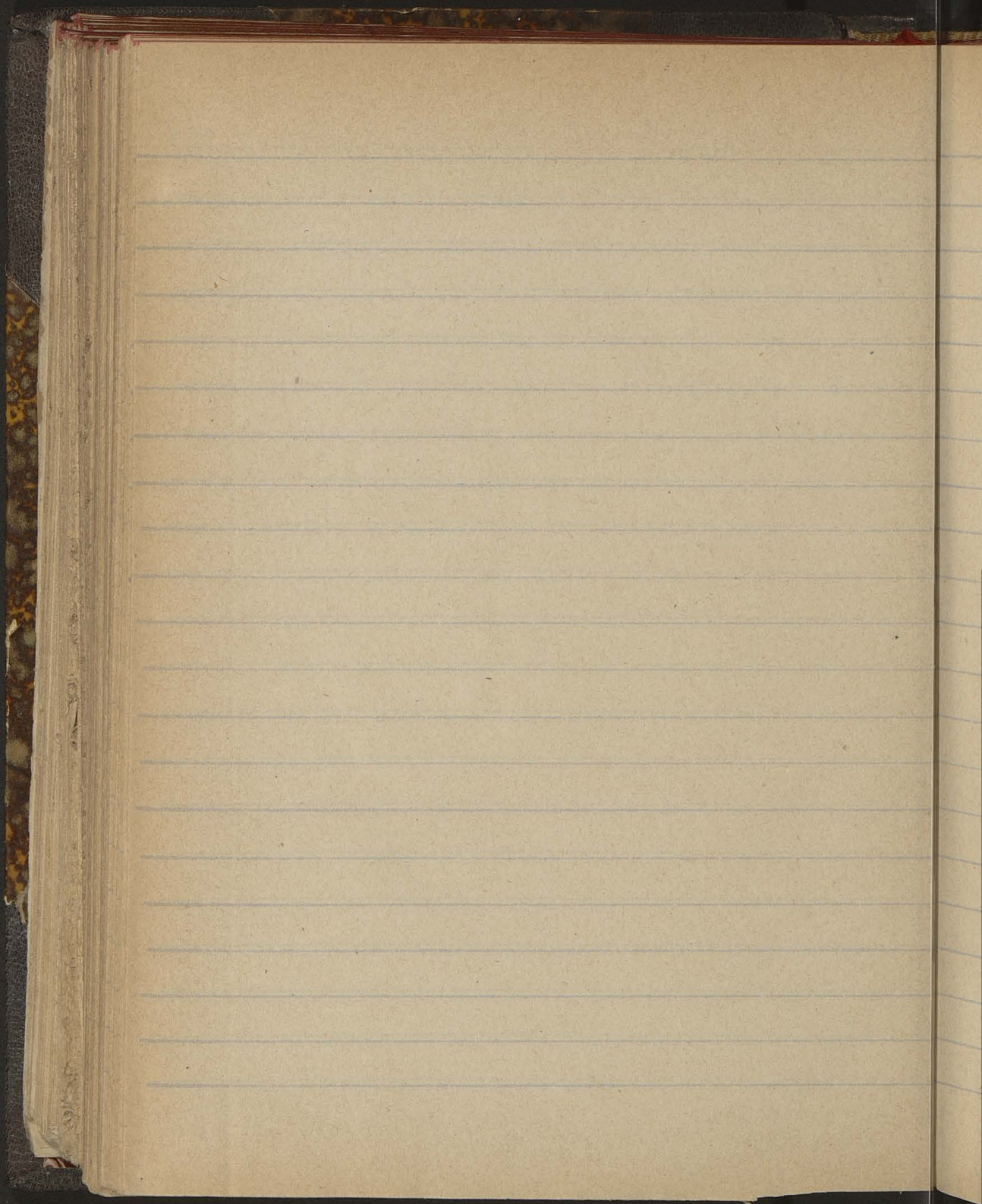
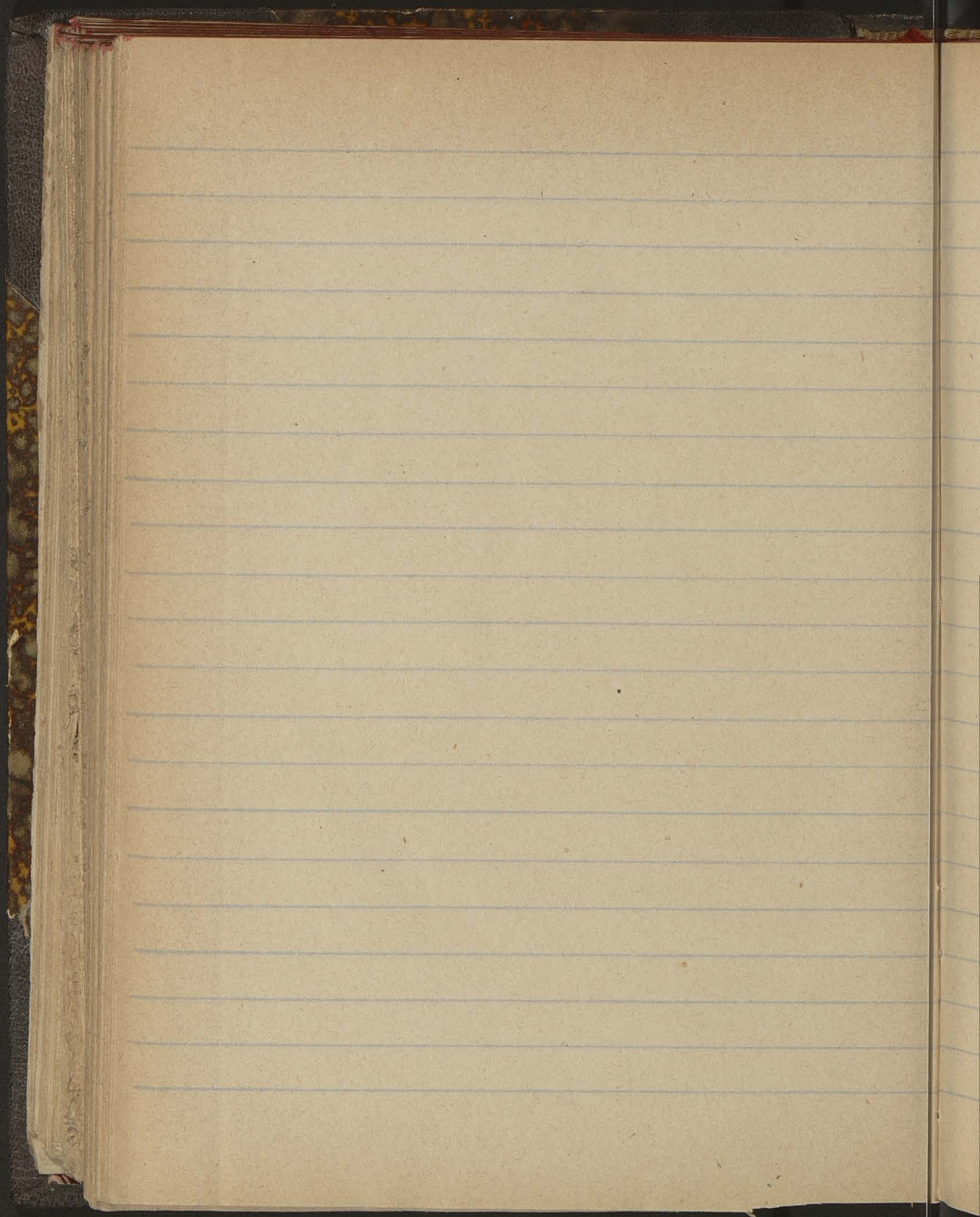
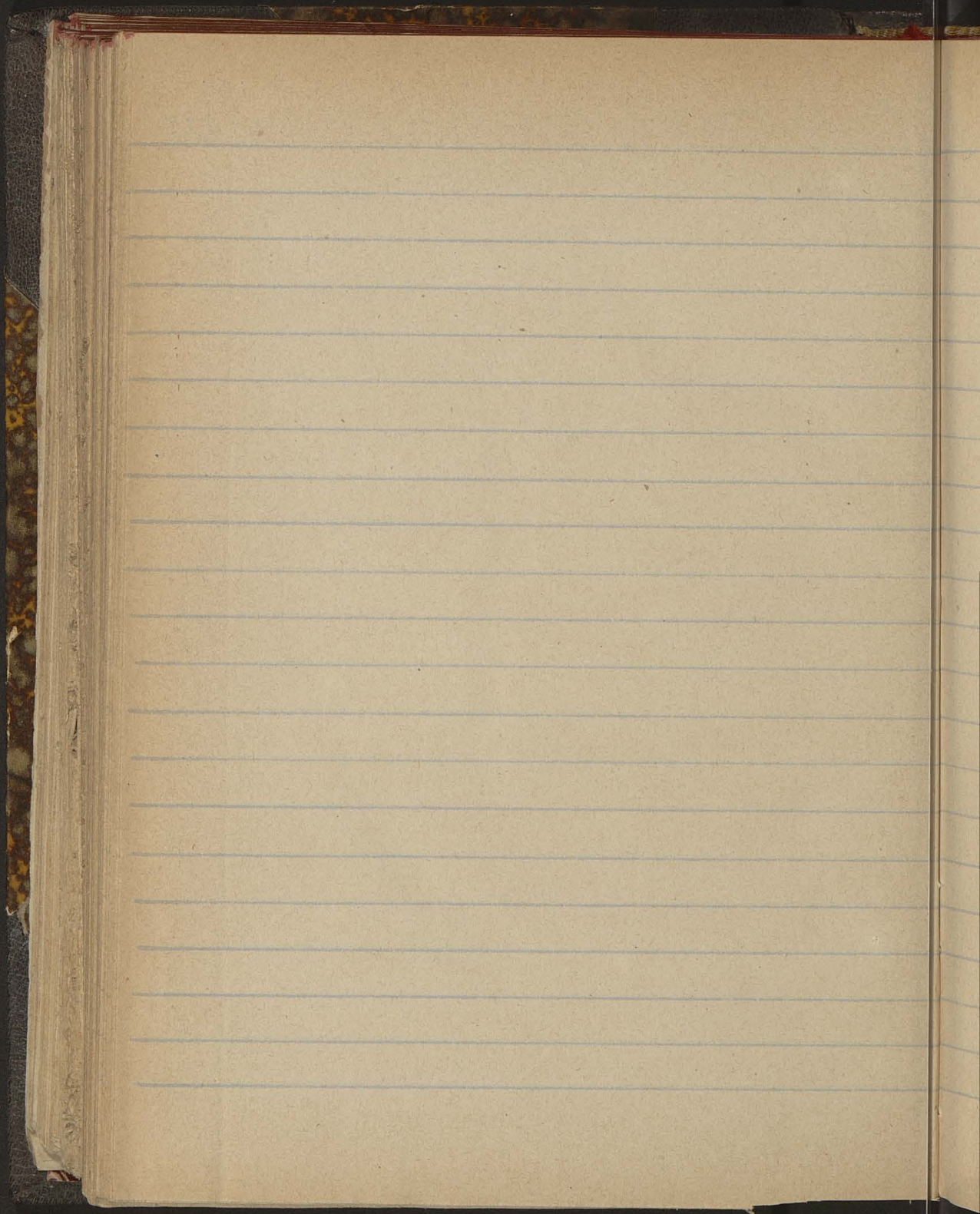
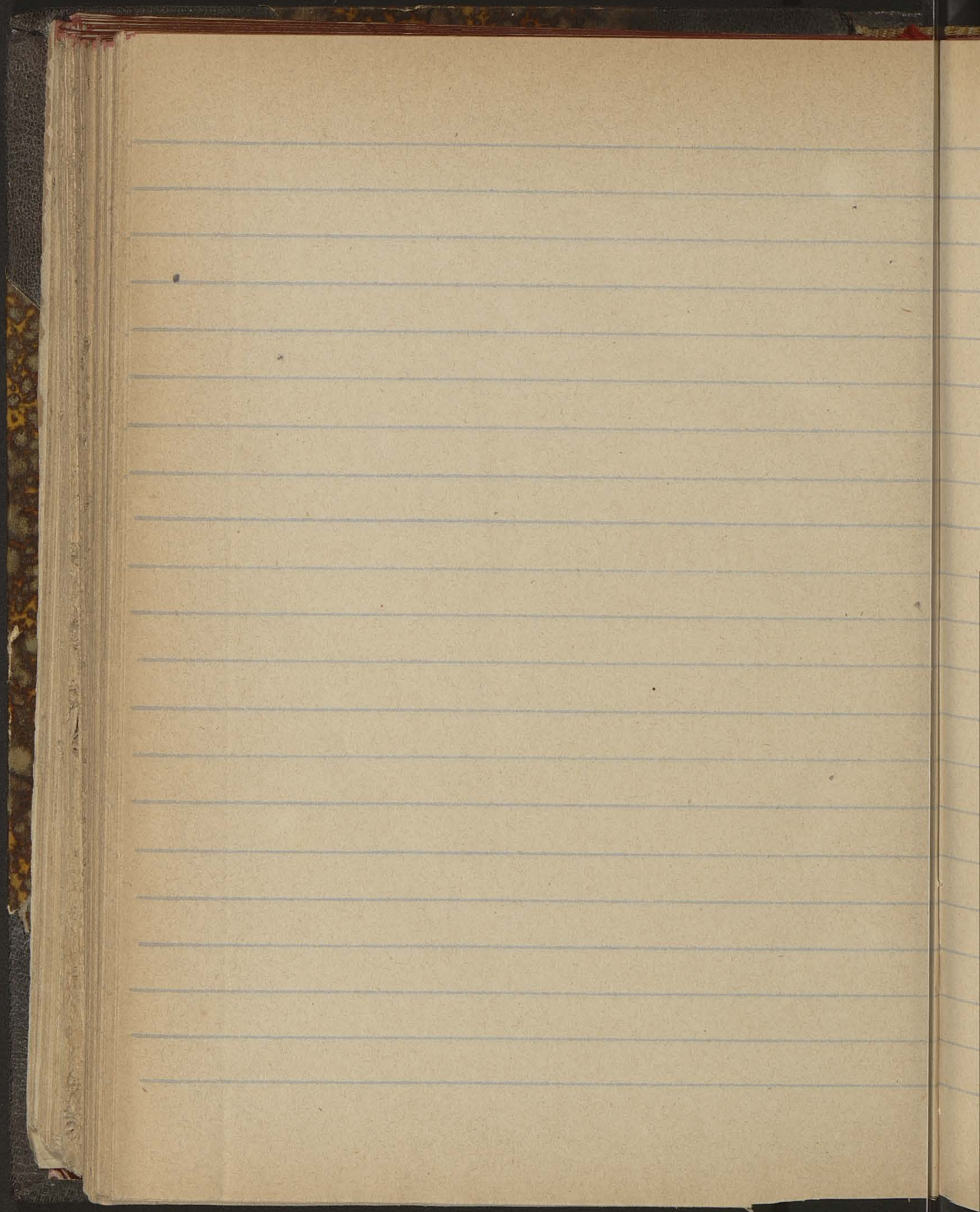
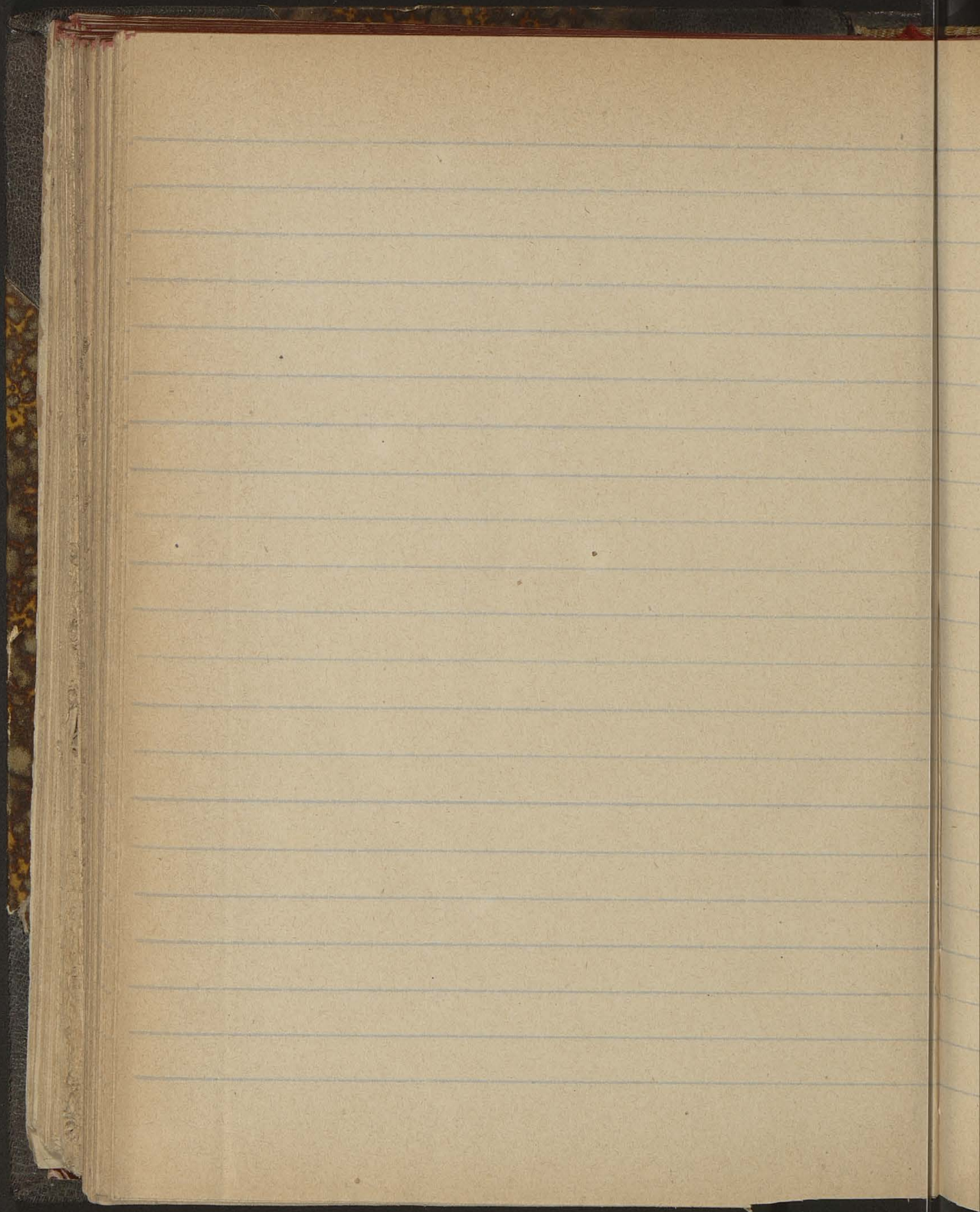
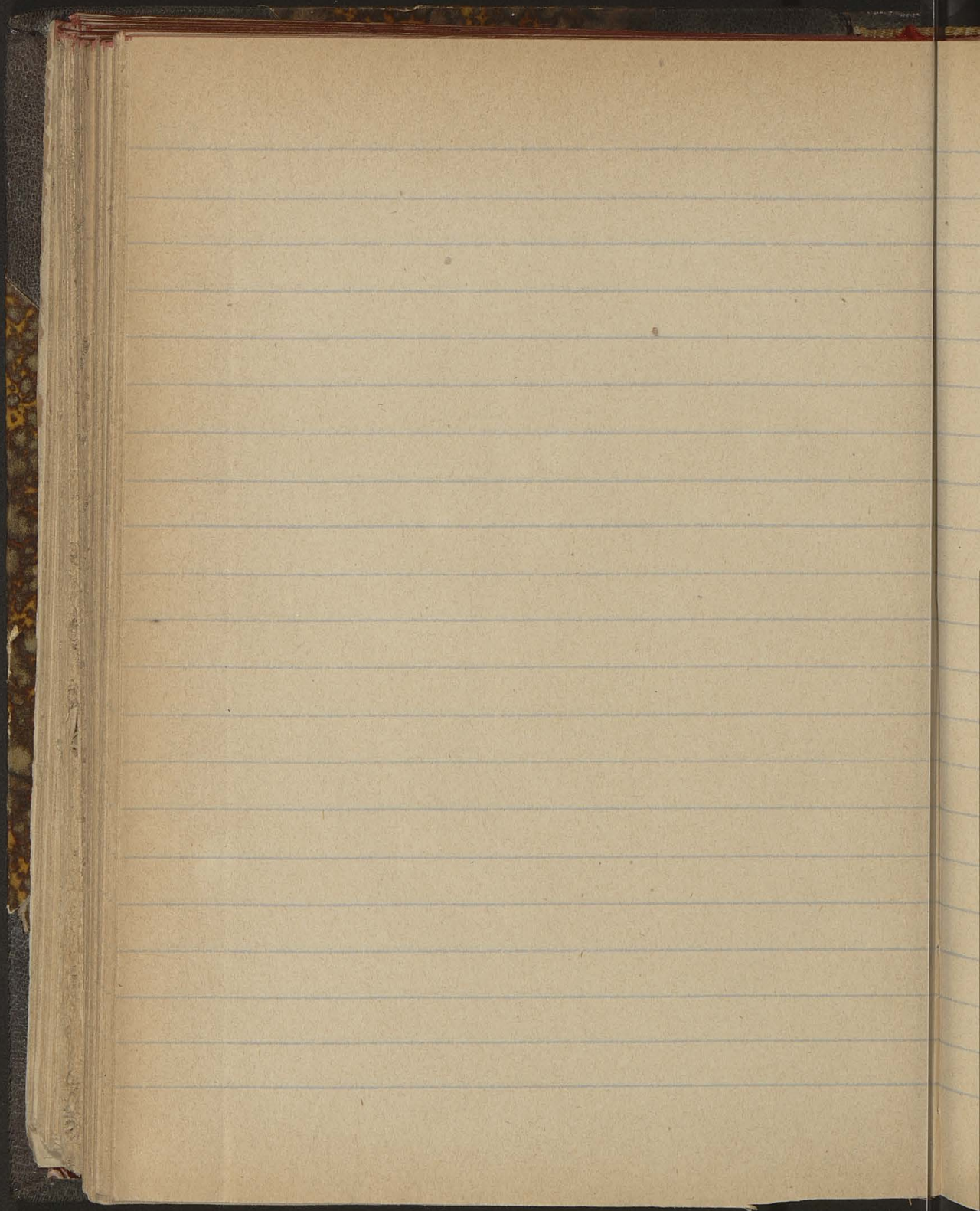
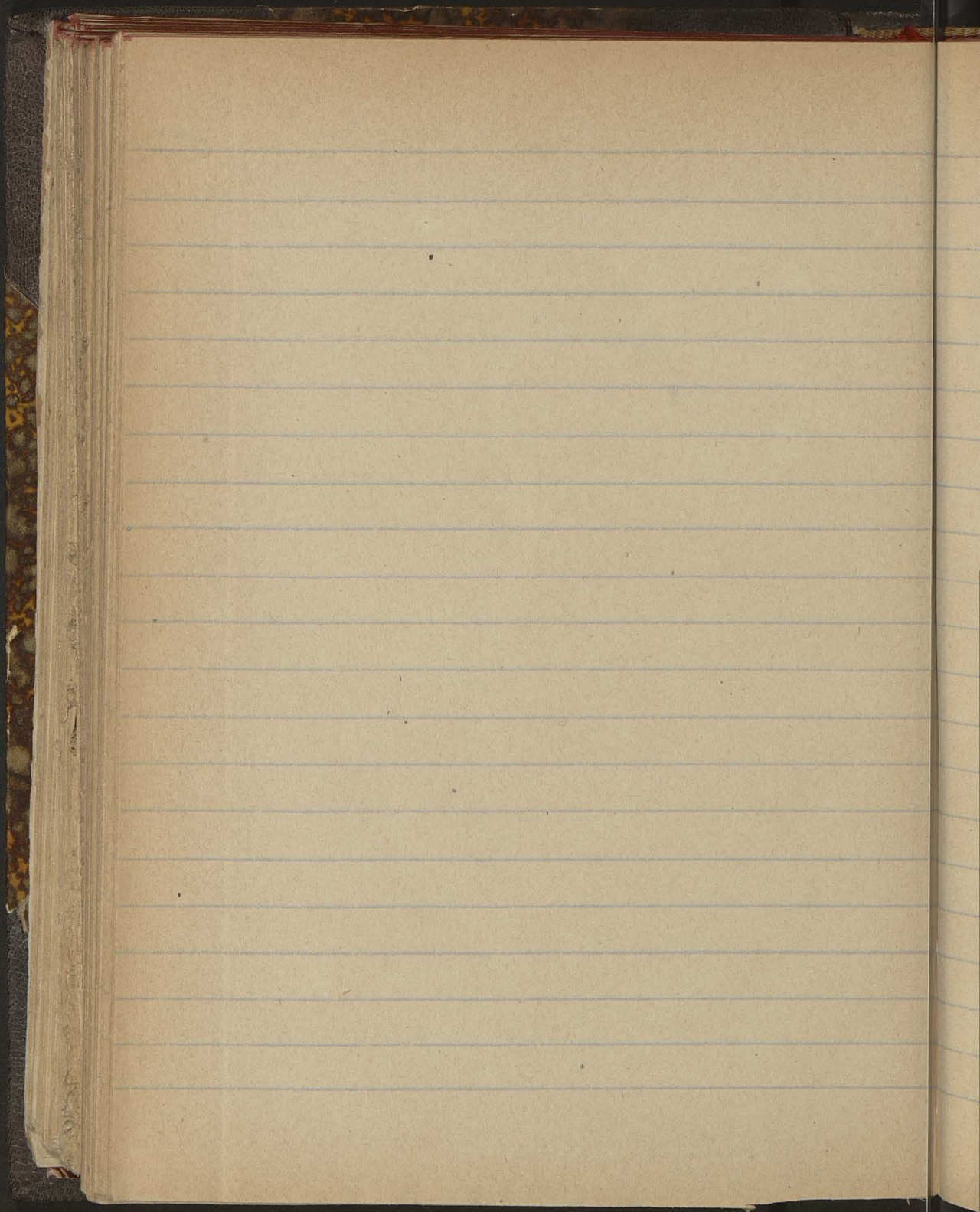
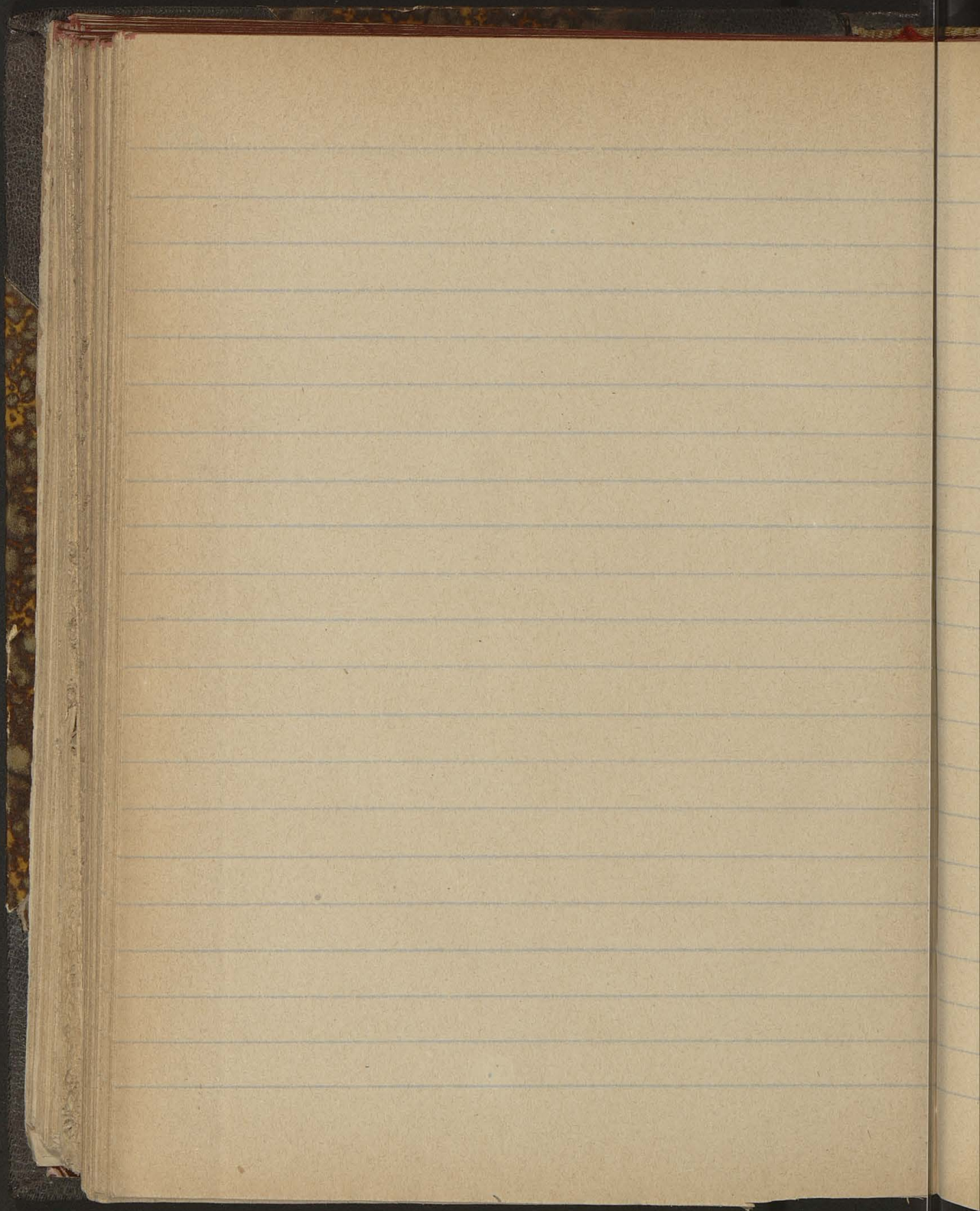
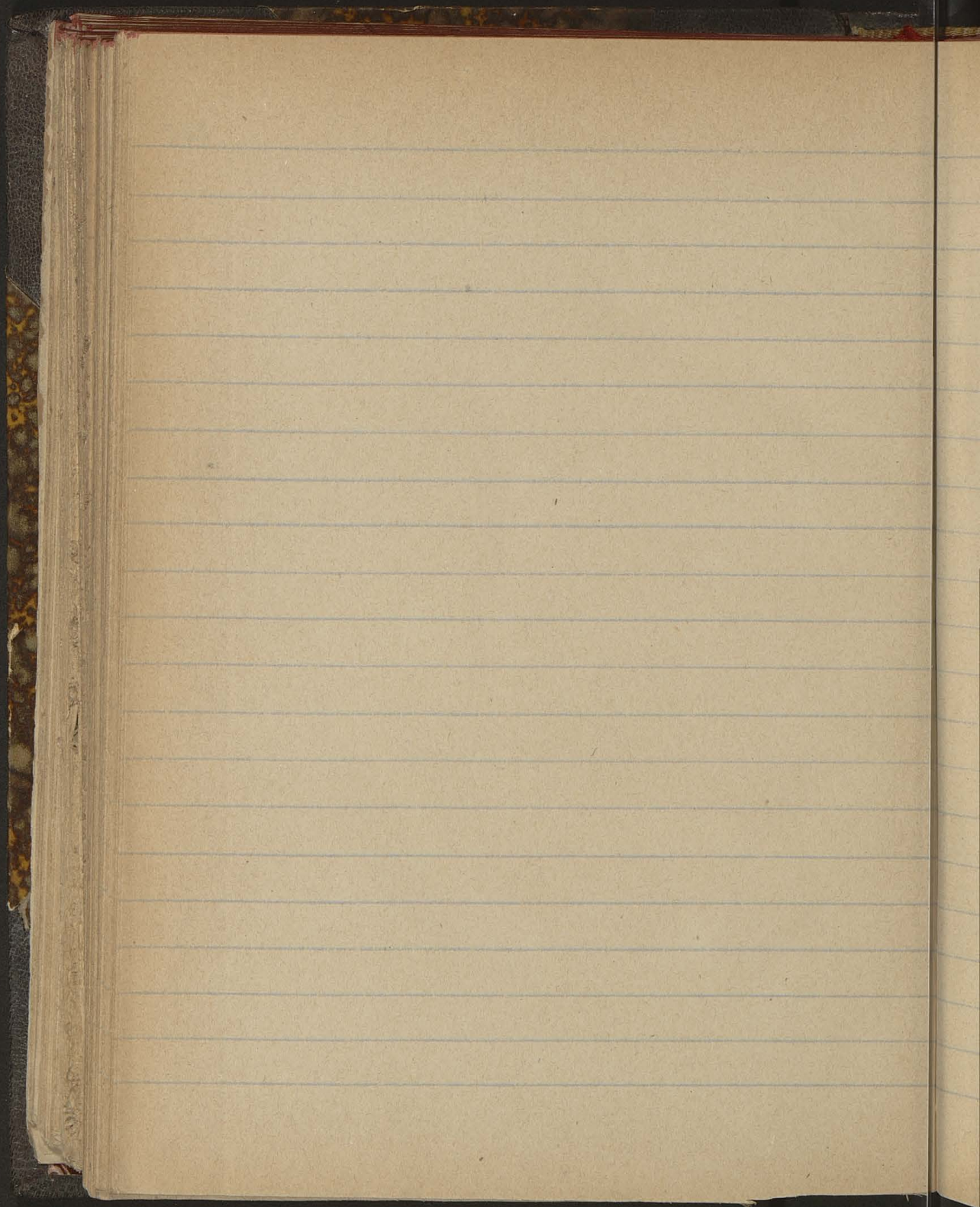
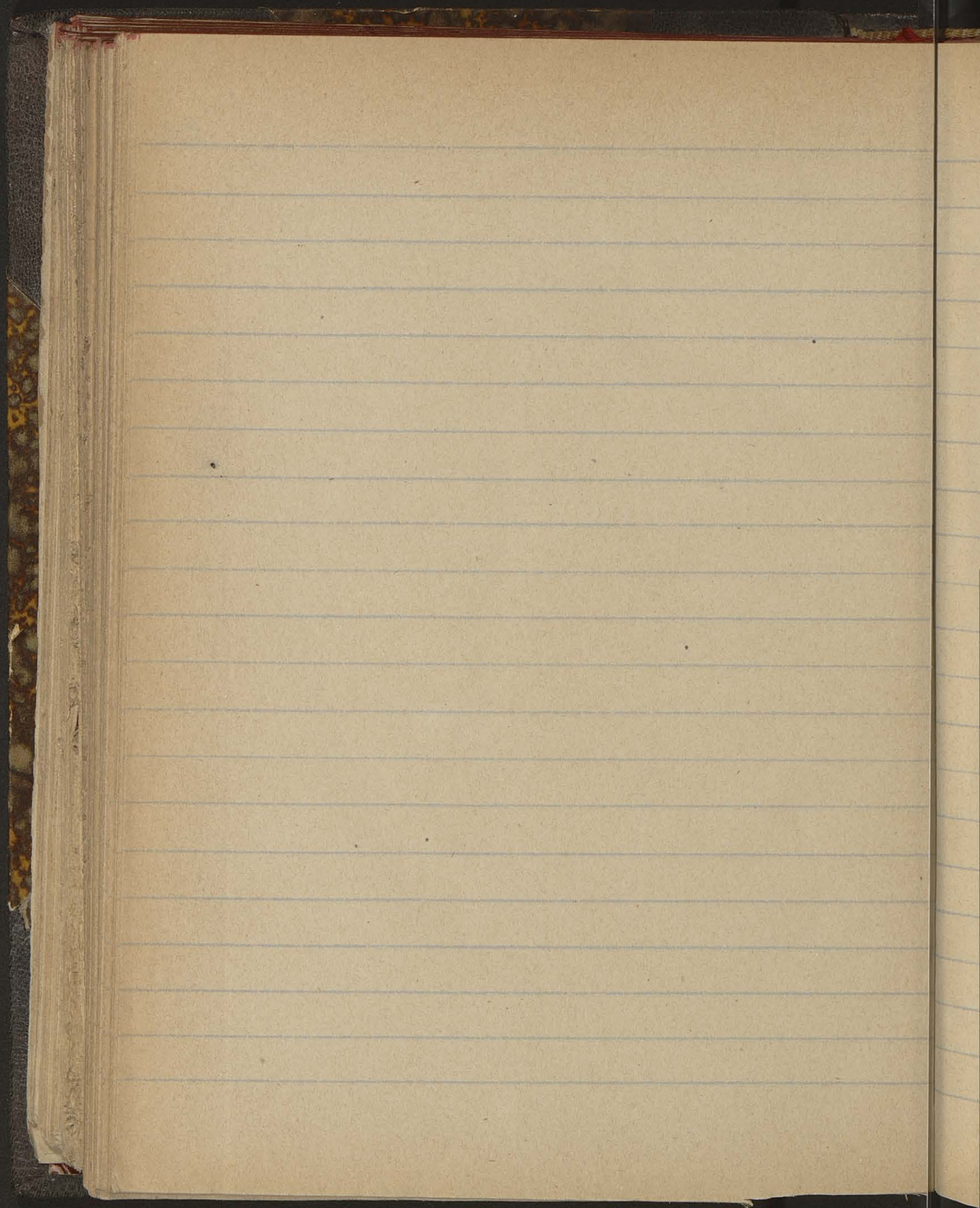
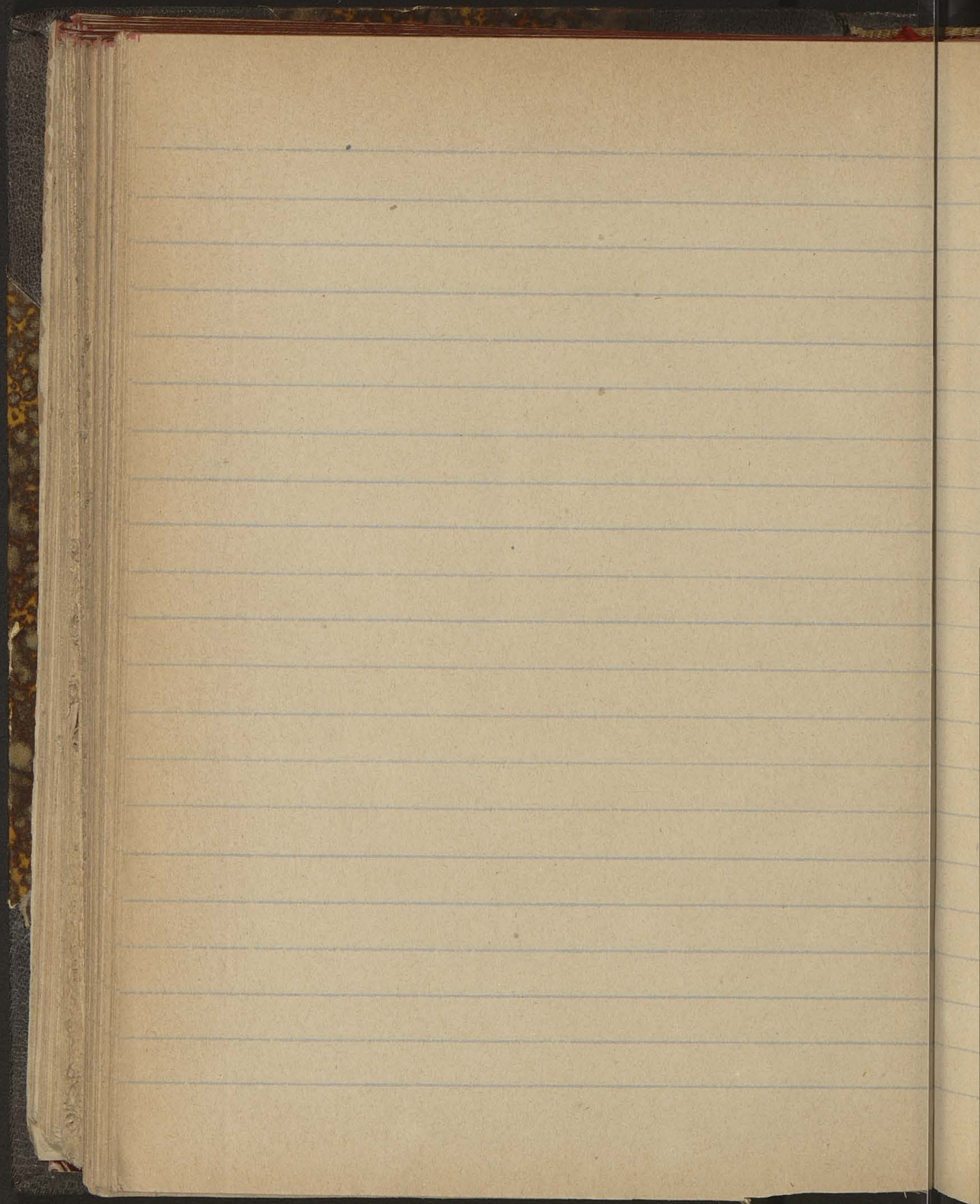
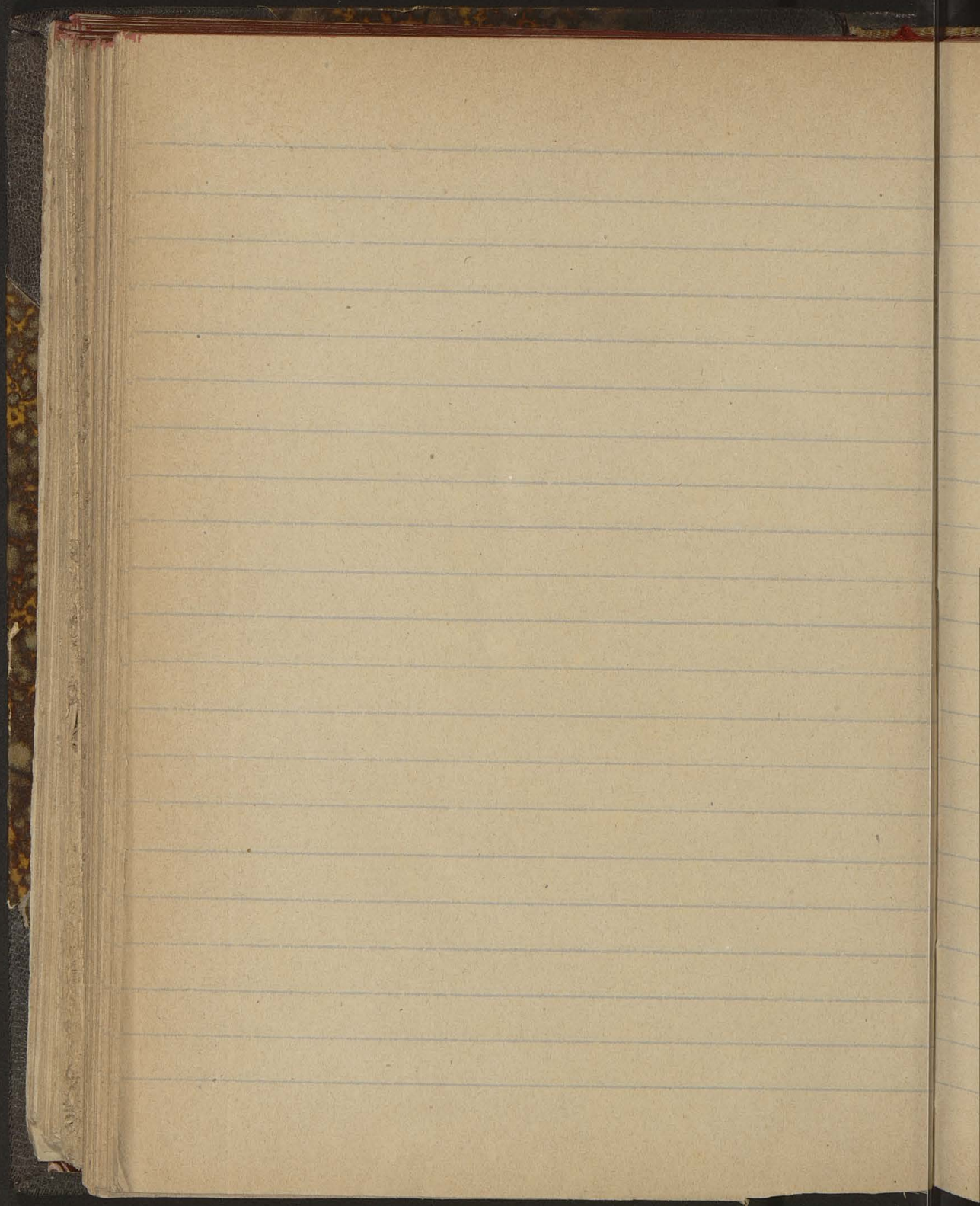
ti alcalini.

Se la sostanza non è orga-
nica resta a determinare il car-
bonio l'idrogeno e l'ossigeno
Il carbonio nonchè l'idrogeno
si determinano facilmente,
ma la quantità dell'ossigeno
si trova per differenza ~~del peso~~
cioè la differenza del peso e la
somma di quelli del carbonio e
dell'idrogeno.

Adunque la sostanza orga-
nica prima si peserà con ogni
diligenza e poi la si mescolerà
col perossido di rame e la si col-
locherà in un tubo di vetro a-
dattato ad un fornello A que-
sto tubo di vetro se ne adatte-
rà un'altro che conterrà del
cloruro di calcio acciocchè lo
idrogeno che si svolge sotto for

ma di vapore acqueo venga da es=
so assorbito.
Al tubo che contiene il clo
ruro di calcio è annesso un'al
tro apparato a bolle in cui si
trova dell'ossido di potassio i=
drato il quale à una grande
affinità con l'acido carboni
co. Ora il carbonio della so
stanza organica unito insie
me all'ossigeno fornito dalla
sostanza organica nonchè dal
perossido di rame si tramuta
in acido carbonico ed assieme
col vapore acqueo passerà pel
tubo del cloruro di calcio e poi
solo andrà nel tubo della po=
tassa.
Ne viene che il tubo conte
nente il cloruro di calcio pesa=
to prima, dopo la combu=

stione avrà un peso maggiore
perchè assorbì dell'acqua; - lo
stesso dicasi del tubo contenen-
te la potassa. Ma conoscen-
do il peso della sostanza orga-
nica e conosciuta eziandio
la quantità di acqua e di aci-
do carbonico conosceremo an-
cora la quantità dell'idroge-
no e del carbonio e per diffe-
renza allora sapremo anche
il peso dell'ossigeno.
Ecco il fondamento su cui
si appoggia la analisi elemen-
tare.

Fine della Chimica

Algebra.

Algebra

Della Divisibilità.

Simbolo di congruenza.

Prendiamo due numeri A e B e supponiamo che il terzo numero n, dividendo a e b dà un certo quoziente e resti uguali.

Ciò che possiamo esporre così:

$$a = n \times q + r$$
$$b = n \times q' + r'$$

I due numeri a e b che divisi per n danno lo stesso resto si dicono congruenti rispetto ad n, il quale prende il nome di modulo.

Per indicare la congruenza dei numeri Gaos propose il simbolo:

$$a \equiv b \ (\text{mod.})\ n$$

e si legge: a congruente con b rispetto al modulo n

Diamo un'esempio numerico.

Siano i numeri 35 e 27 i quali divisi per 4 danno per quoziente 8 e 6 e per resto tutti e due 3

Si scriverà quindi:

$$35 \equiv 27 \ (\text{mod.})\ 4.$$

Condizioni di divisibilità dei numeri

Teorema 1°

Se un numero divide esattamente tutte le parti di una somma, divide anche la somma

Infatti: Sieno a, b, c, d più numeri, la cui somma:

$$a+b+c+d=S$$

Supponiamo che n li divida esattamente, avremo:

$$a=nq\ ;\ b=nq'\ ;\ c=nq''\ ;\ d=nq'''$$

Quindi ponendo in luogo dei numeri a, b, c, d, i loro rispettivi valori avrò

$$nq+nq'+nq''+nq'''=S$$

Raccogliendo n a fattore comune:

$$n(q+q'+q''+q''')=S$$

E dividendo per n

$$q+q'+q''+q'''=\frac{S}{n}.$$

Ora essendo il primo membro dell'equazione composto di numeri interi, anche $\frac{S}{n}$ sarà un numero intero e perciò S sarà perfettamente divisibile per n

Teorema II°

Qualunque numero che ne di-

vidi un altro divide pure i suoi multipli.

Infatti si abbia un numero $\underline{a}$ esattamente divisibile per $\underline{n}$.

Dico che $\underline{n}$ dividerà pure esattamente $a \times p$, ossia un multiplo qualunque di a.

Diffatti $a \times p$. si può scrivere:
$a + a + a + a$ — etc. — p. volte
e poiché $\underline{n}$ divide $\underline{a}$, dividendo esattamente ciascuna parte di questa somma, dividerà anche esattamente tutta la somma stessa, cioè il multiplo $a \times p$.

Teorema III°

Qualunque numero che divide esattamente due altri divide anche la loro differenza.

Supponiamo che $\underline{n}$ divida esattamente i numeri $\underline{a}$ e $\underline{b}$

Avremo, chiamando q e q' i loro quozienti:

$$a = nq \qquad b = nq'$$

quindi facendo la differenza

$$nq - nq' = a - b$$

Raccogliendo n a fattor comune

$$n(q - q') = a - b$$

e dividendo per n

$$\frac{a-b}{n} = q - q'$$

E poichè q e q' sono numeri interi, la loro differenza sarà pure un numero intero. E perciò il primo membro sarà esattamente divisibile per n

Corollario.

Dal teorema precedente risulta immediatamente che se un numero divide una somma composta di due parti ed

una delle parti, divide anche l'altra.

Sia $a+b=s$. Supponiamo che n divida esattamente a ed s Dico che n dividerà anche b Infatti b non è altro che la differenza fra la somma s ed il numero a

Teorema IV°

Se due numeri divisi per un terzo sono congruenti, la loro differenza è divisibile per questo terzo numero (modulo) e, reciprocamente, se la differenza di due numeri è divisibile per un terzo, questi numeri divisi pel terzo saranno congruenti

Prendiamo due numeri a e b ed n sia il modulo. Ciò si esprime con

$$a \equiv b \pmod{n}.$$

ossia

$$a = nq + r \qquad b = nq' + r$$

Si vuol dimostrare che $a-b$ è divisibile per n

Infatti, facendo la differenza, si avrà

$$a - b = nq - nq'$$

I resti spariscono perchè uno è in più e l'altro in meno.

Raccogliendo n a fattor comune

$$a - b = n(q - q')$$

E dividendo per n

$$\frac{a-b}{n} = q - q'$$

E poichè q e q' sono le parti intere, $\frac{a-b}{n}$ sarà pure un numero intero

Dimostriamo ora la seconda parte.

Chiamiamo con d la differenza dei numeri a e b la qua=

le sia esattamente divisibile per n

$$a - b = d$$

Trasportiamo b nel secondo membro e si avrà:

$$a = b + d$$

e dividendo i due membri per n si à

$$\frac{a}{n} = \frac{b}{n} + \frac{d}{n}$$

Ora è evidente che dalle divisioni dei due membri avremo il medesimo quoziente e resto perchè si tratta di una eguaglianza.
Ma $\frac{d}{n}$ non dà resto perchè lo abbiamo supposto esattamente divisibile per n. Dunque questo resto non ci viene che dalla divisione di b per n, che sarà lo stesso di quello di $\frac{a}{n}$.
Con ciò è dimostrato che:

$$a \equiv b \ (\text{mod}/\ n$$

ossia sono congruenti.

Teorema V°

Se più numeri si dividono per uno stesso divisore, la somma dei numeri dati e la somma dei resti sono congruenti rispetto al divisore.

Prendiamo i numeri _a_, _b_, _c_ ed un divisore _n_. — Avremo perciò:

$a = n \times q + r \quad ; \; b = nq' + r' \; ; \; c = nq'' + r''$

Sommando si ha

$a + b + c = n(q + q' + q'') + (r + r' + r'')$

Dividendo il tutto per _n_

$$\frac{a+b+c}{n} = \frac{n(q+q'+q'')}{n} + \frac{(r+r'+r'')}{n}$$

Trattandosi di una eguaglianza avremo lo stesso quoziente ed il medesimo resto. Ma siccome il primo termine del secondo membro non dà resto perchè è un multiplo di _n_

Avremo che:

$\frac{a+b+c}{n}$ e $\frac{r+r'+r''}{n}$ danno lo stesso resto.

Quindi:

$$(a+b+c) \equiv (r+r'+r'') (mod) n.$$

Prendiamo un'esempio numerico.

Siano i numeri 37. 45. 92. ed il divisore 7. Essi danno i quozienti 5. 6. 13 ed i resti 2. 3. 1.

Sommando i numeri abbiamo:

$$37+45+92=174$$

Sommando i resti abbiamo:

$$2+3+1=6.$$

Ora dividiamo 174 e 6 per 7. ed avremo per resti 6 e 6. Dunque:

$$174 \equiv 6 (mod.) 7.$$

Corollario.

Se la somma dei resti divisa pel divisore da per resto

zero la somma dei numeri sarà esattamente divisibile pel divisore.

Teorema VI°

Se due numeri si dividono per uno stesso divisore il prodotto dei numeri dati e il prodotto dei resti sono congruenti rispetto al divisore.

Prendiamo i numeri $\underline{a}$ $\underline{b}$ e il divisore $\underline{n}$. – Perciò sarà

$$a = nq + r \quad ; \quad b = nq' + r'$$

Moltiplicando:

$$a \times b = (n \times q + r) \times (nq' + r')$$

Sviluppando si à

$$a \times b = n^2 qq' + nq'r + nqr' + rr'$$

E raccogliendo $\underline{n}$ a fattor comune

$$a \times b = n(nqq' + q'r + qr') + rr'$$

Dividendo per $\underline{n}$

$$\frac{a \times b}{n} = \frac{n(nqq' + q'r + qr')}{n} + \frac{rr'}{n}$$

./.

Trattandosi di una eguaglianza avremo lo stesso quoziente e lo stesso resto. Ora, il primo termine del secondo membro non dà resto perchè è un multiplo di n dunque $\frac{a \times b}{n}$ ed $\frac{rr'}{n}$ daranno il medesimo resto.

Quindi:

$$(a \times b) \equiv (r \times r')(\mathrm{mod})n.$$

Condizioni di divisibilità dei numeri

Teorema 1°

Il resto di una divisione per 2 o per 5 si ottiene dividendo per 2 o per 5 la cifra delle unità del dividendo.

Abbiasi il numero 8423.

Decomponendolo si a

8423 = 8420 + 3 ossia:

$$8423 = 842 \times 10 + 3$$

e trasportando il 3 nel primo membro si à

$$8423 - 3 = 842 \times 10$$

Ora 842×10 è divisibile per 2 poichè il 10 è un multiplo del 2 e 842×10 è un multiplo di 10.

Ora, in forza del Teorema quarto 842×10, essendo divisibile per 2, i numeri 8423 e 3 sono congruenti rispetto al numero 2, cioè danno lo stesso resto.

Lo stesso ragionamento si può fare anche per riguardo al 5.

Resta con ciò dimostrato che perchè un numero sia divisibile per 2 o per 5 basta che sia divisibile per questi due numeri la cifra delle unità. — Quindi un numero è divisibile per 2 quando la cifra delle unità sia 2, 4. 8; per

o quando l'ultima cifra sia 0 o 5

Teorema II°

Il resto di una divisione per 4 o per 25 si ottiene dividendo per 4 o per 25 il numero formato dalle due ultime cifre del dividendo. Abbiasi il numero 8423 che decomposto sia

$$8423 = 8400 + 23$$

ossia:

$$8423 = 84 \times 100 + 23$$

ossia:

$$8423 - 23 = 84 \times 100$$

Ora il 100 è multiplo del 4 e 25, dunque 84×100 essendo multiplo di 100 lo sarà pure di 4 e 25. Quindi il 4 e 25 dividendo 84×100, pel teorema 4° avremo che 8423 e 23 saranno congruenti rispetto ai numeri 4 e 25. Ne viene adunque che se le due

ultime cifre sono divisibili per 4 e per 25 lo sarà pure il tutto il numero.

Un numero perciò è divisibile per 4 o per 25 quando le due ultime cifre siano divisibili per 4 o per 25

Un numero è divisibile per 25 quando termini per 25. 50. 75. 00. e per il 4 abbiamo molti casi.

Teorema III°

Il resto di una divisione per 8 o per 125 si ottiene dividendo per 8 o per 125 il numero formato dalle tre ultime cifre.

Abbiasi il numero 8423 che decomposto diventa

$$8423 = 8000 + 423$$

ossia

$$8423 = 8 \times 1000 + 423$$

e quindi:

$$8423 - 423 = 8 \times 1000.$$

Ed essendo il 1000 multiplo di 8 e di 125 ed 8×1000 essendo multiplo di 1000, l'8 e il 125 divideranno 8×1000 e quindi pel Teorema 4°: avremo che i numeri 8423 e 423 sono congruenti rispetto ai numeri 8 e 125.

Quindi un numero è divisibile per 8 e per 125 quando le tre ultime cifre sono 000, o quando queste tre cifre sono esattamente divisibili per 8 e 125

Queste condizioni di divisibilità sono fondate sui teoremi 2° e 4°; le seguenti sui teoremi 5° e 6°.

Teorema 4°

Il resto della divisione per 9 di 10. 100. 1000. 10000 etc. è 1.

Prendiamo i numeri

10. 100. 1000. 10000 .... 10^n

Dividendo il 10 per 9 abbiamo il resto 1.

Decomponiamo il $100 = 10 \times 10$.

Dunque dividendo questo secondo membro della equazione per 9 avremo i due resti 1 ed 1. — Ora, pel teorema 4, 100 ed 1×1 sono congruenti rispetto al numero 9.

Teorema 5°

Il resto della divisione per 9 di un numero composto di una cifra significativa seguita da uno o più zeri è questa cifra.

Abbiasi infatti il numero:

$$7000000 = 7 \times 1000000.$$

Dividendo per 9 il 7, si a 7 di resto dividendo 1000000 per 9 si a per resto 1. — Dunque pel teorema 6° si a che i numeri 7000000 e 1×7 sono congruenti ~~per~~ rispetto al numero 9.

Teorema 6°

Il resto della divisione per 9 di un numero qualunque è dato dal

la somma delle sue cifre divisa
per 9.

Abbiasi il numero

$$842396 = 800000 + 40000 + 2000 + 300 + 90 + 6$$

Dividendo per 9 questi singoli nu=
meri, avremo per resti

8. 4. 2. 3. 9. 6

E per il teorema 5.º si ha che i numeri

$$842396 \quad e \quad (8+4+2+3+9+6)$$

sono congruenti rispetto al nume=
ro 9.

Ma la somma dei resti non è al=
tro che la somma delle cifre del nu=
mero dato, dunque resta dimostrato
il nostro assunto.

Finalmente se la somma del=
le cifre significative divisa per 9
desse per resto 0; anche il numero
darebbe per resto zero. — Dunque per
conoscere se un numero sia divi=
sibile per 9, basta vedere se la som=

ma delle sue cifre sia divisibile per 9.

Corollario.

Un numero qualunque è un multiplo di 9 più la somma delle sue cifre.

Prendiamo un numero intero di quattro cifre e questo sia

$$10^3a + 10^2b + 10c + d.$$

Dividendo questo numero per 9 avremo un certo quoziente che chiameremo m ed un certo resto che potrà esprimersi $\frac{r}{9}$. Moltiplichiamo per 9 ed avremo:

$$10^3a + 10^2b + 10c + d = 9 \times m + r.$$

Ma il resto è la somma delle cifre:

$$a + b + c + d$$

dunque in luogo di r nella precedente equazione potremo mettere:

$$10^3a + 10^2b + 10c + d = 9 \times m + (a + b + c + d).$$

Da esso risulta le condizioni di

divisibilità per 3.

Perchè un numero sia divisibile per 3 è necessario e sufficiente che sia divisibile per 3 la somma delle sue cifre.

Abbiasi un numero qualunque N.- Sappiamo che $N = 9 \times m + s$ indicando con m il quoziente della divisione di N per 9 e con s la somma delle sue cifre :- Dividendo il tutto per 3 si ha.

$$\frac{N}{3} = \frac{9 \times m}{3} + \frac{s}{3}$$

Da questa divisione avremo lo stesso resto e lo stesso quoziente, perchè è una equazione.- Ma il primo termine del secondo membro non da resto perchè il 9 è multiplo di 3, dunque il resto lo otteremo solo da $\frac{s}{3}$. Per cui se la somma delle cifre di un numero è divisibile per 3, anche il numero

sarà divisibile per 3.

Condizioni di divisibilità per 11.

Teorema 7°

Il resto della divisione per 11 dell'unità seguita da un numero pari di zeri è 1., ed il resto della divisione per 11 dell'unità seguita da un numero dispari di zeri è 10.

Prendiamo il numero 100. Dividendolo per 11 si à per resto 1.

Prendiamo 10000: questo potremo scomporlo in

$$10000 = 100 \times 100.$$

Ora, in forza del teorema 6°, si à che

$$10000 \equiv 1 \times 1 \pmod{11}.$$

Dimostriamo ora la seconda parte del teorema.

Prendiamo i numeri

10. 1000. 100 000.

Dividendo il 10 per 11 si à per resto 10 e scomponendo il 1000 = 10×100. Dividendo questi due numeri per 11 si à per resti 10 ed 1, quindi in forza del teorema 6° si à

$$1000 \equiv 10\times1 \ (mod.)\ 11.$$

Teorema VIII°

Il resto della divisione per 11 d'un numero composto di una cifra significativa seguita da un numero pari di zeri è questa cifra significativa; — il resto della divisione per 11 di una cifra significativa seguita da un numero dispari di zeri è la differenza fra 11 e la cifra significativa

Prendiamo i numeri 700 . 30000

Il 700 = 7×100. Dividendo per 11 questi due fattori si à per resti 7 e 1 Ora in forza del teorema 6° si à: —

$$700 \equiv 1\times7 \ (mod.)\ 11.$$

Passiamo alla seconda parte.
Siano i numeri 70. 3000. È evidente che pei numeri:
20. 30. 40. 50. 60. 70. 80. 90 si ànno per resti della loro divisione per 11.
9. 8. 7. 6. 5. 4. 3. 2. ossia la differenza fra 11 e la loro cifra significativa.
Per cui prendendo il numero 3000 esso può scomporsi così:

$$3000 = 30 \times 100.$$

Dividendo questi due fattori per 11 si ànno per resti 8 e 1 Quindi pel teorema 6°:

$$3000 \equiv 8 \times 1 \ (\text{mod.})\ 11.$$

Teorema IX^a

Il resto della divisione per 11 di un numero qualunque è dato aggiungendo a ciascuna cifra di posto dispari la differenza fra 11 e ciascuna cifra di posto pari e di=

videndo per 11 la somma totale.
Infatti prendiamo il numero:

673425

Esso sarà eguale a

673425 = 600000 + 70000 + 3000 + 400 + 20 + 5.

Dividendo per 11 tutte le parti della somma si otterranno i resti

(6−11) (11−3) (11−2)
5. 7. 8. 4. 9. 5.

Ora in forza del teorema V° sia che

$$673425 \equiv (5+7+8+4+9+5) (\bmod) \, 11.$$

Per cui un numero sarà divisibile per 11 quando sia divisibile per 11 la somma delle cifre di posto dispari – 5. 4. 7 – e la differenza per 11 delle cifre di posto pari – 9. 8. 5. –

Queste condizioni di ~~ras~~ divisibilità sono utilissime e si possono adoperare per ridurre le frazioni alla più semplice espressione e

servono anche per semplificare altre operazioni. — Esempio:

$$\frac{84 \times 128 \times 96 \times 100}{110 \times 64 \times 36}.$$

che si può ridurre soltanto a

$$\frac{7 \times 2 \times 32 \times 10}{11}.$$

Un'altra importante applicazione di questa teoria è la riprova per 9.

Essa potrebbe farsi per tutte le quattro operazioni, ma si usa soltanto per la moltiplicazione. La riprova potrebbe pure esser fatta per 11, 4 etc., ma quella per 9 è la più semplice.

Abbiansi i numeri A e B che moltiplicati fra loro daranno un certo prodotto P. — Dividiamo per 9. — A avremo un certo resto che chiameremo r, e dividendo pure per 9 B si otterrà un'al-

tro resto r'. Ora in forza del teorema 6º si avrà

$$A \times B \equiv r \times r' \pmod{9}.$$

Diamo un'esempio numerico. -
Sia il numero:

$$4837 \times 526 = 2543362. \quad \begin{array}{c|c} 4 & 4 \\ \hline 7 & 7 \end{array}.$$

Per verificare adunque se il prodotto di due numeri interi sia errato, si troveranno i resti delle divisioni per 9 del moltiplicando e del moltiplicatore; poi si fà il prodotto dei resti ottenuti e lo si divide per 9: Si otterrà così un nuovo resto che dovrà essere eguale al resto dato dalla divisione per 9 della somma delle cifre del prodotto dei numeri dati

Ma questa riprova non è esatta. —

Divisori comuni dei numeri interi.
Massimo comun divisore

Si dicono divisori comuni quei numeri che dividono egualmente più numeri dati. Si chiama massimo comun divisore di due o più numeri il più grande fra i divisori comuni a questi numeri.

Per esempio: se fieno dati i numeri 8 e 12 i quali ànno per divisori communi il 2 e il 4, il 4 sarà il loro massimo comun divisore.

La ricerca del massimo comun divisore di due o più numeri è fondata sopra i seguenti teoremi

Teorema 1°

Se due numeri sono divisibili l'uno per l'altro, il loro massimo comun divisore è eguale al minore dei due.

Si abbiano i due numeri A e B. Se B divide esattamente A avremo: $\frac{A}{B} = q$. Dico che B è il massimo comun divisore di A e B.

Infatti se non lo è ve ne sarà un altro che supponiamo sia D. Ora D non può essere maggiore di B perchè anche supponendo che dividesse A non dividerebbe mai B. Non può essere minore poichè allora non sarebbe più il massimo comun divisore, poichè B è maggiore, dunque B è il massimo comun divisore dei due numeri A e B.

Teorema II°

Il massimo comun divisore di

due numeri non divisibili l'uno per l'altro divide il resto della loro divisione.

Se abbiamo i numeri A e B che non siano divisibili, per cui:

$$\frac{A}{B} = q + R$$

Chiamiamo $\underline{D}$ il loro massimo comun divisore, dico che D divide R.

Infatti:

$$A = B \times q + R$$

Ora D divide A e B quindi divide anche il multiplo $B \times q$ e perciò dividendo la somma ed una delle sue parti dividerà anche l'altra parte R

Teorema III°

Il massimo comun divisore del minor numero e del resto divide il numero maggiore.

Indichiamo con D' il massimo comun divisore del minore numero e del resto. Dico che D' di

vide anche l'altro numero A.
Abbiamo dapprima che:

$$A = B \times q + R$$

Ora D' divide esattamente B ed R
dividendo B dividerà pure il suo mul
tiplo $B \times q$. Quindi dividendo tutte
le parti della somma dividerà anch
la somma A

Teorema 4°

Il massimo comun divisore di
A e B — ritenendo le stesse denomi
nazioni di sopra — è identico a
quello di B e di R

Infatti chiamiamo con d il mas
simo comun divisore dei numeri
A e B e con d' quello di B ed R. —
Si vuol dimostrare che $d = d'$
Infatti se non lo è sarà

$$d > d' \quad \text{oppure} \quad d' > d$$

Ma d non può essere maggiore
di d' perchè d' è il massimo co

mun divisore di B ed R, ed allora non vi potrebbe essere più di un divisore massimo comune: e viceversa

---

Stabilito ciò troviamo il massimo comun divisore dei numeri

468 e 414

Per uso si suole disporre la operazione così:

468	
414	1
54	7
36	1
18	2
~~8~~	~~3~~
~~4~~	~~2~~

Dividiamo ora il numero maggiore pel minore. In forza del teorema 1° se non si avrà resto esso sarà il massimo comun divisore di quei due numeri Ma si à invece

il resto 54. — Applicando ora il teorema 3° avremo che il massimo comun divisore del 54 e del 414 sarà pure quello del numero maggiore 468 Eseguisco perciò la divisione del 414 per 54 ed ottengo per resto 36. Per la stessa ragione ora il massimo comun divisore del 54 e del 36 sarà pure quello del 414 e quindi pel teorema 4° sarà pure lo stesso del 468 Faccio la divisione ed ottengo per resto 18, il quale divide esattamente il 36. Dunque (Teorema 6°) esso sarà il massimo comun divisore dei numeri 36 e 18 E qui adunque è evidente, pel teorema 4°, che il 18 sarà pure quello dei numeri dati cioè 468 e 414. — Dal teorema 4° abbiamo il Corollario

Qualunque divisore comune a

due numeri divide il loro massimo
comun divisore.

Abbiansi infatti i numeri A e B.
Per trovare il loro massimo comun
divisore si dividono l'uno per l'al-
tro e se uno divide esattamente l'al-
tro, il minore di essi sarà il massimo
comun divisore di quei due numeri.
Se non lo è si avrà un resto R Ora
se R non entra esattamente in B
si avrà un'altro resto R' e se R' non
divide esattamente R si otterrà un
nuovo resto R''.

Ora supponiamo che R'' divi-
da esattamente R' e perciò sarà R''
il massimo comun divisore fra R'
ed R'' e quindi dei numeri dati A
e B. – Ora i numeri A e B avran
no dei divisori comuni e se non al-
tri avranno R'' che è il loro mas-
simo comun divisore. – Ora pel

teorema II°, R'' divide R e ciò varrà per qualunque altro divisore di A. e di B. — Ora pel teorema 4° qualunque divisore di A e di B sarà pure divisore di B e di R, quindi di R ed R', di R' ed R'' che è il massimo comun divisore dei numeri dati A e B. —

Ricerca del massimo comun divisore di più numeri interi

Teorema V

Il massimo comun divisore di più numeri interi è lo stesso di quello del massimo comun divisore di due fra essi e dei numeri dati rimanenti

Abbiamo i numeri A. B. C. D. Indichiamo con M il massimo comun divisore di A e B. Dico che

il massimo comun divisore dei numeri A. B. C. D è lo stesso di quello dei numeri M. C. D.

Infatti i numeri A e B hanno dei divisori comuni, e per il corollario precedente qualunque divisore comune ai numeri A e B divide il loro massimo comun divisore M. Per conseguenza tutti i divisori comuni ai numeri A. B. C. D. saranno pure comuni ai numeri M. C. D. Ora poichè i divisori di M dividono anche i numeri A e B di cui esso è il massimo comun divisore, è chiaro che anche i divisori di M. C. D. saranno comuni ai numeri A. B. C. D. per cui i numeri A. B. C. D ed M. C. D hanno gli stessi divisori comuni dunque ci sarà compreso anche il massimo comun divisore Per trovare

adunque il massimo comun divi=
sore dei numeri A. B. C. D. basterà
trovare il massimo comun divi=
sore dei numeri A e B e per quan
to fu già dimostrato il massimo
comun divisore di A. B. C. D. sarà
pure il massimo comun divisore
dei numeri M. C. D.

Ora chiamando N il massimo co
mun divisore dei numeri M e C.
troveremo che sarà pure il mas=
simo comun divisore dei numeri
N, D eguale al massimo comun
divisore fra i numeri M. C. D. e per
ciò fra i numeri A. B. C. D.

Facciamo una applicazione pra=
tica.

Con questo teorema si vede
che per trovare il massimo comun
divisore di più numeri basta tro
vare quello di due dei numeri da=

ti: Si trova poi il massimo comun divisore di un terzo numero e del massimo comun divisore trovato e così via.

584. 1216. 368. 248.

1216	
584	2
48	12
8	6

368	
8	46

248	
8	31
=	

Il massimo comun divisore di questi numeri è 8

Altro esempio

246. 192. 702. 324

702	
324	2
54	6
=	

192	
54	3
30	1
24	1
6	4
=	

246	
6	41
=	

Il massimo comune divisore di questi numeri è il 6.

Però in pratica invece di tenere questo metodo se ne à un altro di più spicciativo e che noi studieremo dopo la teoria dei numeri primi

Teoria dei numeri primi

I numeri primi sono quelli che non ànno per divisori che se stessi e l'unità. Per distinguerli poi da altri numeri che si chiamano primi in altro senso, questi vennero detti numeri primi in sè

Paragonando due o più numeri primi o no essi possono avere divisori comuni o non averne. Quando i numeri non ànno divisori comuni si chiamano primi fra loro, ciò però non implica ch' essi debbano essere primi in se. E' evidente a=

dunque che due numeri saranno primi fra loro quando avranno per massimo comun divisore l'unità. — Esempio 235 e 71. —

Teorema 1º Ogni numero che non è primo ammette almeno un divisore primo.

Sia N un numero non primo Egli avrà adunque dei divisori che supponiamo sieno a, b, c, d, e che d sia il più piccolo di essi. Dico che d è numero primo.

Infatti se non lo è avrà un divisore qualunque M.

Se M. divide d, dovrà necessariamente dividere anche il suo multiplo N, dunque d non sarebbe il più piccolo divisore, poichè M divide d.

Questo teorema può estendersi anche ai numeri primi Infatti

un numero primo à per divisore sè stesso che è un numero primo.
Dunque noi potremo anche dire:
<u>Ogni numero primo o no ammette almeno un divisore primo.</u>

Teorema II°

Se due numeri non sono primi fra loro, ànno almeno un divisore primo comune.

Si abbiano i numeri M ed N non primi fra loro Essi avranno adunque dei divisori comuni Uno di questi sia a

Se esso è primo allora M ed N hanno un divisore primo comune ciò che era da dimostrarsi, se invece non lo è avrà almeno un divisore primo b che dividendo a dividerà pure i suoi multipli M ed N.

Teorema III° La serie dei

numeri primi non à limite
Infatti supponiamo che questa se-
rie sia limitata e chiamiamo N il
numero maggiore, oltre del quale
non ve ne sono altri; si avrà:

$$2.3.5.7.\ldots\ldots\ldots\ldots N$$

Facciamo il prodotto

$$2\times3\times5\times7\ldots\ldots\ldots\times N$$

Aggiungiamo 1 e facciamo il tutto e-
guale ad S per cui si avrà:

$$(2\times3\times5\times7\ldots\ldots\ldots\times N)+1=S.$$

Ora S essendo un numero qua-
lunque ammette un divisore pri-
mo M. Esso non si potrà trovare
nella serie poichè dividendo la som-
ma S ed una delle sue parti —
$(2\times3\times5\times7\ldots\ldots\ldots N)$ deve neces-
sariamente dividere anche l'al-
tra parte, ossia l'unità; ciò che
è assurdo. Dunque la serie dei nu-
meri primi è infinita.

Formazione

di una tavola di numeri primi

Nella serie illimitata dei numeri primi o no non potranno essere primi i numeri pari eccetto il 2, poiché tutti gli altri sono divisibili per 2 essendo suoi multipli.

Prendiamo adunque i numeri dispari:

1. 2. 3. 5. 7. ~~9~~. 11. 13. ~~15~~. 17.
19. ~~21~~. 23. ~~25~~. ~~27~~. 29. 31. ~~33~~.
~~35~~. 37. ~~39~~. 41. 43. ~~45~~. 47.
~~49~~. ~~51~~. 53. ~~55~~. ~~57~~. 59. 61.
~~63~~. ec.

Qui adunque si sono levati i multipli del 2. 4. 8 ec.

Ora, incominciando dal 3 e continuando poi di 3 in 3 numeri cancelliamo i suoi multipli.

Poi incominciando dal 5 e di cinque in cinque cancelliamo i multipli del 5. — E così di seguito per il 7 di sette in sette etc.

Ora, se per i numeri 2.3.5 noi vediamo che sono primi, non abbiamo nessun dato che ci provi che gli altri sono primi e quindi non si possono cancellare, come abbiamo fatto, cominciando dal due di tutti i multipli fino al 51. Per cui dimostriamo che, cancellati tutti i multipli del 2, 3, 5 i numeri che restano minori del 7^2 sono tutti numeri primi.

Supponiamo che possa esservi un numero $N < 49$ che non sia primo. Esso avrà almeno un divisore primo d che, essendo stati cancellati tutti i multipli di 2, 3, 5, dovrà per lo meno essere equa-

le a 7. — Ora N dalla sua divisione con d avrà un'altro fattore m e quindi

$$N = d \times m \quad \text{cioè:} \quad N = 7 \times m.$$

Ma m non può essere minore di 7., per quanto fu già osservato per d. Non può esser poi nè eguale nè maggiore perchè ciò sarebbe contrario all'ipotesi che $N < 49$. Dunque questo divisore non esiste e perciò N è un numero primo

Ciò che si disse pel 7. si può replicare per l' 11. 13 etc. dunque si vede che abbiamo così un mezzo per ottenere una serie infinita di numeri primi

Teorema IV.° di Bernouilli

Tutti i numeri primi, fuorchè 2 e 3, sono della forma

$$6m \pm 1.$$

dove m è un numero intero.

Infatti sia N un numero intero. Dividendolo per 6 si abbia q quoziente ed r resto. — Sarà:

$$N = 6 \times q + 1.$$

Ora questo resto deve essere minore del divisore, dunque non potrà essere che: 0. 1. 2. 3. 4. 5. Se il resto è 0. il numero allora è divisibile per 6. Se è 2 o 4 allora si à

$$N = 6 \times q \begin{matrix} +2 \\ +4 \end{matrix}$$

ed allora il numero sarà divisibile per 2 poichè 2 divide 6 dunque dividerà anche un suo multiplo 6×q e quindi dividendo una parte della somma divide anche la somma.

Lo stesso dicasi per il 4. — Se il resto della divisione è 3 si à pure che N è divisibile per 3 per la stessa ragione. Dunque N non sarà primo se il resto della divisione

è 0. 2. 3. 4. e perciò se N è primo deve dare per resti 1 o 5

Ed in questo caso abbiamo:

$$N = 6\times q + 1.$$

oppure

$$N = 6\times q + 5.$$

Ma 5 si può decomporre in 6−1 per cui

$$N = 6\times q + 6 - 1.$$

e raccogliendo il 6 a fattore comune:

$$N = 6(q+1) - 1$$

Ecco adunque i due casi

$$N = 6\times q + 1.$$

$$N = 6(q+1) - 1.$$

Ossia possiamo dire in generale che un numero primo è rappresentato da

$$N = 6\times m \pm 1.$$

Però questa formula comprende i numeri primi ma anche quel-

li non primi. — Per esempio: il

$$35 = 30 + 5.$$

Il 30 è multiplo di 6 quindi è divisibile, resta il 5 che lo possiamo esprimere in 6−1 ed ecco allora che avremmo da applicare il secondo caso cioè:

$$N = 6(q+1) - 1.$$

Teorema V°

Un numero che divide un prodotto di due fattori ed è primo con uno dei fattori divide necessariamente l'altro.

Si abbiano i due numeri a e b. Sia n un numero primo con a e che divide esattamente $a \times b$. Dico che n deve dividere b.

Infatti a ed n sono primi fra loro e quindi il loro massimo comun divisore deve essere uno.

Ora moltiplicando a ed n per

b si avrà che anche il loro massimo comun divisore uno diviene moltiplicato per b e diverrà b. Quindi il massimo comun divisore dei prodotti $a \times b$ ed $n \times b$ è b. Ora n divide $n \times b$ poichè è un suo multiplo e divide pure, per ipotesi $a \times b$.
Ora per il corollario che: qualunque divisore comune a due numeri divide anche il loro massimo comun divisore, abbiamo adunque che n divide b. Ciò che si voleva dimostrare.

Teorema 6°

Un numero primo che divide un prodotto di due fattori, divide necessariamente uno dei fattori.

Si abbiano i numeri a e b ed un numero primo n che divide $a \times b$. Dico che n divide od a o b.
Infatti se n non divide, per e-

semplio a, è primo con a ed allora pel teorema V° dividerebbe b.

Teorema VII° Un numero primo che divide un prodotto di più fattori divide necessariamente uno dei fattori

Abbiati il prodotto:

$$a \times b \times c \times d$$

e sia n numero primo che divide questo prodotto. Questo prodotto si può anche scrivere

$$(a. b. c.) \times d.$$

Se n non divide d vuol dire che è primo con d ed allora – teorema 6° – dividerebbe (a. b. c.). Ma (a. b. c.) si può scrivere anche (a. b.) × c. Se n non divide c allora è primo con c e quindi divide a × b. – Ripetendo lo stesso ragionamento si à che n deve dividere od a o b

Corollario.

Un numero primo che divide un prodotto di fattori primi è necessariamente eguale ad uno di essi
Si abbia il prodotto

$$a \times b \times c.$$

Supponiamo che questi fattori siano primi e che n divida il prodotto. Dico che n sarà eguale ad uno dei fattori

Infatti se n divide $a \times b \times c$ deve — teorema 6° — dividere uno dei fattori. Ora questi essendo numeri primi non sono divisibili che per sè stessi o l'unità, dunque uno di quei fattori per essere divisibile per n dovrà essere eguale ad n

Teorema 8°

Qualunque numero non primo è eguale ad un prodotto di fattori primi.

Infatti prendiamo un numero qua-
lunque N. Se esso è primo è divi-
sibile per sè stesso o l'unità: quin
di:

$$N = 1 \times N.$$

Ma se non è primo ammette
almeno un divisore primo.
Dunque, chiamando d il divisore
primo di N si avrà

$$\frac{N}{d} = q \qquad \text{ossia} \quad N = d \times q.$$

Ora se q è un numero primo il
teorema resterebbe dimostrato.
Se non lo è avrà un divisore
primo d' e quindi:

$$\frac{q}{d'} = q' \qquad \text{ossia} \quad q = d' \times q'$$

e sostituendo il valore di q nella
equazione precedente si à

$$N = d \times d' \times q'$$

In cui d e d' sono numeri pri
mi.

Se q' non è numero primo

avrà un divisore primo:

$$\frac{q'}{d''} = q'' \quad \text{ossia} \quad q' = d'' \times q''$$

E sostituendo il valore di q'

$$N = d \times d' \times d'' \times q''$$

E così di seguito per cui potremo dire.

$$N = d \times d' \times d'' \times \ldots\ldots\ldots\ldots q^n$$

che infine sarà numero primo.
Quindi N sarà decomposto in fattori primi.

Osservazione 1ª

I fattori d, d', d'' ecc. possono essere o tutti ineguali, od in parte eguali od anche tutti eguali.
Così:

$16 = 2 \times 2 \times 2 \times 2$; $6 = 2 \times 3$; $18 = 2 \times 3 \times 3$.

Osservazione IIª

L'operazione precedente si chiama risolvere un numero nei suoi fattori primi

Diamo un'esempio pratico.

Sia $N = 360$ Ora

$$N = 2 \times 180$$
$$" = 2 \times 2 \times 90$$
$$" = 2 \times 2 \times 2 \times 45$$
$$" = 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 15$$
$$N = 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times 5$$

Ed eccoci giunti al $5 = q^n$ che è l'ultimo fattore primo.

Teorema 9°

Un numero non può risolversi in fattori primi che in una sola maniera.

Supponiamo che un numero possa risolversi in fattori primi in due maniere, per cui sia:

$$N = A \times B \times C \times D$$ fattori primi: ed ancora

$$N = a \times b \times c \times d$$ fattori primi

Ora questi due prodotti essen-

do eguali ad N sono eguali fra
loro cioè

$$A \times B \times C \times D = a \times b \times c \times d.$$

Supponiamo di considerare uno
dei fattori a. b. c. d. ossia a.
Esso dividendo $a \times b \times c \times d$ – perchè
divide N – dividerà pure N e quin
di anche $A \times B \times C \times D$.

Ma quando un numero pri
mo divide un prodotto di più fat
tori deve necessariamente divi=
dere uno di essi e se questi fattori
sono primi esso dovrà essere egua=
le ad uno di essi. – Dunque a es=
sendo numero primo e dividendo
il prodotto di fattori primi

$$A \times B \times C \times D.$$

dovrà essere eguale ad uno di essi
e supponiamo che sia $a = A$.
Sopprimendo questi fattori egua
li si otterrà una nuova equa=

glianza

$$B \times C \times D \ldots = b \times c \times d \ldots$$

In modo analogo si dedurrà che

$$B = b \quad ; \quad C = c \quad ; \quad D = d.$$

Dunque i fattori dei due prodotti sono eguali ciascuno a ciascuno.

Vediamo ora come in pratica si disponga l'operazione per risolvere un numero in fattori primi:

5040	2
2520	2
1260	2
630	2
315	3
105	3
35	5
7	7
1	

Quindi il numero:

$$5040 = (2 \times 2) \times (2 \times 2) \times (3 \times 3) \times 5 \times 7.$$

che è un prodotto di fattori primi

Ora abbreviando si scriverà
$$5040 = 2^4 \times 3^2 \times 5 \times 7.$$
La decomposizione di un numero in fattori primi ci permette di trovare con più facilità il massimo comun divisore di più numeri. Ma prima di far ciò parliamo delle condizioni di divisibilità di due numeri A e B

Appoggiandosi sul principio della divisibilità di due monomi si à che decomponendo i fattori A e B nei loro fattori primi, se il divisore contiene tutti i fattori del dividendo con esponenti più piccoli, allora la divisione si compie esattamente ed i due numeri A e B saranno divisibili esattamente fra loro

Massimo comun divisore di più numeri ottenuto colla loro scomposizione in fattori primi

Abbiansi i numeri 180 . 96 e 60.

Noi sappiamo già trovare il loro massimo comun divisore colla regola esposta antecedentemente, ma essa è una operazione troppo lunga. Scomponiamo invece i numeri dati nei loro fattori primi ed avremo che:

$$180 = 2^2 \times 3^2 \times 5$$
$$96 = 2^5 \times 3$$
$$60 = 2^2 \times 3 \times 5$$

Ora il massimo comun divisore deve essere tale da dividere i numeri dati, ossia tale da contenere tutti i fattori primi del dividendo con esponenti più piccoli. Ora noi osserviamo che il 2 è bensì fattor comune a tutti, ma solamente il 2^2 è il fattore che divide esattamente i numeri dati Dunque il 2^2 formerà parte del massimo comun divisore di essi. — Lo stesso dicasi del 3. — Quindi il massimo comun

divisore sarà dato da

$$2^2 \times 3 = 12.$$

Corollario (a)

Risulta da ciò che dividendo i numeri proposti pel loro massimo comun divisore risultano per quozienti dei numeri primi fra loro, poichè con questa divisione non si fa che spogliarne i numeri dati dei loro fattori comuni.

Ricerca di tutti i divisori di un numero

La scomposizione di un numero in fattori primi permette anche di trovare tutti i divisori di un numero. — In pratica si opera così

Dopo aver decomposto il numero in fattori primi si prende il divisore che à il più alto esponente,

e si scrivono le sue diverse potenze sopra una linea orizzontale cominciando coll'unità; indi si moltiplicano tutti i numeri di questa linea per le diverse potenze del fattore seguente, e così di seguito, continuando a moltiplicare tutti i numeri di ciascuna delle linee ottenute pei fattori primi successivi e per le loro potenze

360					
180	2	1	2	4	8
90	2	3	6	12	24
45	2	9	18	36	72
15	3	5	10	20	40
5	3	15	30	60	120
1	5	45	90	180	360

(Vedi spiegazione. Pagnini pag 100)

Multipli comuni a due numeri

Teorema.

Indicando con A e B due numeri interi e con D il loro massimo comune divisore, con q e q_1 i quozienti che ne risultano, qualunque multiplo commune a questi numeri è un multiplo del prodotto

$$D \times q \times q_1$$

Prendiamo i numeri A e B. Sia D il loro massimo comun divisore e q e q_1 i quozienti della divisione di A e B per D.

Ora si può indicare un multiplo di A con $A \times m$, essendo m un numero intero. - Ma in luogo di A noi possiamo mettere

$$D \times q$$

per cui sostituendo

$$A \times m = D \times q \times m$$

Ora perchè il multiplo di A sia pu=
re multiplo di B dovrà

$$D \times q \times m$$

essere divisibile per B e da questa di
visione si dovrà ottenere un quo=
ziente intero. Ma invece di B po=
tremo mettere il suo valore $D \times q_1$
per cui
$$\frac{D \times q \times m}{B} = \frac{D \times q \times m}{D \times q_1}$$
E quindi cancellando D fattor comu=
ne si avrà
$$\frac{q \times m}{q_1}.$$
q_1 è primo con q — per il Corollario
(a) per cui q_1 dividendo un prodot
to di due fattori ed essendo primo
con uno di essi dovrà dividere an=
che l'altro ossia m Dunque essen
do q_1 primo con q vorrà dire che per
chè $A \times m$ sia un multiplo di B.
$\frac{m}{q_1}$ dovrà dare un quoziente in=

tero p e perciò

$$m = p \times q_1$$

Ora invece di m mettiamo il suo valore nella formula $A \times m$ ossia:

$$D \times q \times m$$

e si avrà

$$D \times q \times q_1 \times p$$

che sarà l'espressione generale di tutti i multipli comuni ai due numeri interi A e B. Rimane così dimostrato il teorema, perchè

$$D \times q \times q_1 \times p$$

essendo un numero intero sarà perciò un multiplo di

$$D \times q \times q_1$$

Quindi se si fà $p = 1$ rimane

$$D \times q \times q_1$$

che sarà il minimo multiplo che si possa ottenere. Ora, che cosa è il prodotto $D \times q \times q_1$? _ Vediamolo

Si doveva fare la divisione del

prodotto di A e B per D ossia

$$\frac{A \times B}{D}$$ quindi $A = D \times q$, $B = D \times q_1$ e per=

ciò sostituendo nella prima espressio=

ne si à che:

$$\frac{A \times B}{D} = \frac{D \times q \times D \times q_1}{D}.$$

Ora togliamo D che entra come fattor comune nel dividendo e nel divisore e si avrà

$$D \times q \times q_1$$

che è il prodotto nostro.

Il minimo multiplo di due numeri adunque si ottiene divi=dendone il prodotto pel loro mas=simo comun divisore. Tutti gli altri multipli sono multipli del minimo perchè sono compresi nella formula

$$D \times q \times q_1$$

Facciamo una applicazio=

ne pratica.

Si abbiano 75 e 40 i quali decomposti nei loro fattori primi si à:

$$75 = 3 \times 5^2 \quad e \quad 40 = 2^3 \times 5$$

Ora moltiplicando fra loro tutti i fattori primi dei due numeri:

$$2^3 \times 5^3 \times 3$$

e dividendo il prodotto pel loro massimo comun divisore che è il 15 si avrà:

$$\frac{2^3 \times 5^3 \times 3}{5} = 2^3 \times 5^2 \times 3$$

che è il minimo multiplo dei numeri 75 e 40

Ma per trovare con più facilità il minimo multiplo comune a due o più numeri si decompongono questi numeri nei loro fattori primi e poi si prendono i fattori comuni cogli esponenti più alti.

Corollario

Il minimo multiplo di due numeri primi fra loro è il loro prodotto.

Multipli comuni
a più numeri.

Il minimo multiplo comune a più numeri interi, è lo stesso di quello del minimo multiplo di due tra essi e dei numeri dati rimanenti.

Abbianti i numeri A. B. C. D. Sia M il minimo multiplo di A e B dico che il minimo multiplo dei numeri A. B. C. D. è identico a quello dei numeri M. C. D.

Infatti qualunque multiplo comune ai numeri A. B. C. D è pure multiplo di A e B poichè M è il minimo multiplo, per ipotesi, di A e B e si è dimostrato che qualunque multiplo comune a due numeri è pure multiplo del minimo, così qualunque multiplo comune

ai numeri A. B. C. D. lo sarà
pure di M e quindi sarà pure
un multiplo comune ai nume-
ri M. C. D. – Ora tutti i multi-
pli di A. B. C. D. saranno, co
me abbiamo detto, multipli
di A e B e perciò anche di M:
dunque tutti i multipli di M.
C. D saranno pure multipli
di A. B. C. D. – E finalmente M.
C. D. avendo comuni i multipli
con A. B. C. D. vi sarà pure com
preso il minimo.

Nello stesso modo chiamando
M, il minimo multiplo dei nu
meri M. C. si può dimostrare
che i multipli di M. C. D sono
identici a quelli dei numeri
M, D.

Diamo un' esempio pratico.
Abbiamo i numeri

90. 75. 120. 60

Per trovare ora il minimo multiplo di questi numeri basterà trovare quello dei primi due. Decomponiamoli quindi nei loro fattori primi

$$90 = 2 \times 3^2 \times 5$$
$$75 = 3 \times 5^2$$
$$120 = 2^3 \times 3 \times 5$$
$$60 = 2^2 \times 3 \times 5$$

Basterà ora fare il loro prodotto e dividerlo pel loro massimo comun divisore, quindi:

$$\frac{2 \times 3^3 \times 5^3}{3 \times 5} = 2 \times 3^2 \times 5^2$$

che farà il minimo multiplo dei numeri 90 e 75 Ora bisogna trovare il minimo multiplo fra questo minimo multiplo trovato ed il terzo numero dato 120 quindi operando come prima si à: ./.

$$\frac{2\times3^2\times5^2\times2^3\times3\times5}{2\times3\times5}=\frac{2^4\times3^3\times5^3}{2\times3\times5}=2^3\times3^2\times5^2.$$

che sarà il minimo multiplo dei numeri:

$2\times3^2\times5^2$ e 120

Finalmente questo secondo minimo multiplo combinato col quarto numero 60 darà il minimo multiplo finale. Quindi

$$\frac{2^3\times3^2\times5^2\times2^2\times3\times5}{2^2\times3\times5}=\frac{2^5\times3^3\times5^3}{2^2\times3\times5}=2^3\times3^2\times5^2$$

che sarà il minimo multiplo ricercato.

In pratica però non si adopera questo metodo poiché è troppo lungo.

Invece osserviamo che questo minimo multiplo si compone dei fattori primi dei numeri dati. Infatti vediamo il 2^3 preso col più alto esponente. Così dicasi del 3^2 e del 5^2. Per cui potremo stabilire la regola seguente:

Per trovare il minimo multiplo comune a più numeri, si decompongono essi nei loro fattori primi e si moltiplicano insieme i fattori primi coll'esponente più alto

Frazioni

Condizione alla quale deve soddisfare una frazione ordinaria perchè possa essere convertita in frazione decimale.

Teorema

Affinchè una frazione ordinaria irriducibile possa esprimersi esattamente sotto forma di numero decimale è necessario e sufficiente che il denominatore non contenga altri fattori primi che 2 e 5.

1° Questa condizione è necessaria.

Infatti indichiamo con $\frac{a}{b}$ una

frazione irriducibile; supponiamo
potersi convertire esattamente in
frazione decimale, cioè sia

$$\frac{a}{b} = \frac{N}{10^m}$$

poichè sappiamo che una frazione
decimale può sempre porsi sotto for
ma di una frazione ordinaria che
à per denominatore una potenza
di 10.

Ora moltiplicando le due frazioni
eguali ~~si a~~ per 10^m si à:

$$\frac{a \times 10^m}{b} = N$$

Ma N è un numero intero, poichè
esso esprime il numeratore della fra
zione; perciò la frazione $\frac{a}{b}$ per es
sere eguale ad un decimale bisogna
che dia un quoziente intero, cioè
che b divida esattamente il prodotto
$a \times 10$ Ma osservo che b è primo con
a dunque per il teorema che: "qualun
" que numero che divida un" prodot

to di due fattori e sia primo con uno di esi deve dividere anche l'altro, si è che b dividerà 10^m. Ora quand'è che un numero divide un'altro? Quando il dividendo contiene tutti i fattori del divisore con un esponente almeno eguale. Perciò il 10^m non avendo per fattori primi che il 2 ed il 5, e b dovendo dividere 10^m, dovrà contenere perciò il fattore 2 e 5 soltanto e non altri

II° Questa condizione è sufficiente.

Sia $\frac{a}{b}$ una frazione irriducibile, il cui denominatore b non contenga altri fattori primi che 2 e 5. Decomponendo quindi b in fattori primi supponiamo che sia $b = 2^n \times 5^m$ ed n ed m sieno due esponenti qualunque, che possano essere uguali o disuguali. Se sono uguali, la proposizione non à bisogno di dimostrazione, perchè allora $\frac{a}{b}$ sarà una frazione che à per denomi

natore una potenza di 10; se sono di-
suguali, potremo supporre uno magg.
dell'altro, p. esempio m maggiore
di n. Ciò posto facciamo

$$m = n + r$$

essendo r la differenza fra m ed n.
Moltiplichiamo i due termini della
frazione data $\frac{a}{b}$ ossia $\frac{a}{2^n \times 5^m}$ per 2^r
avremo:

$$\frac{a}{b} = \frac{a \times 2^r}{2^n \times 5^m \times 2^r} = \frac{a \times 2^r}{2^{n+r} \times 5^m} = \frac{a \times 2^r}{2^m \times 5^m} = \frac{a \times 2^r}{10^m}.$$

Ecco ora anche in questa eguaglianza
$\frac{a}{b} = \frac{a \times 2^r}{10^m}$ che il denominatore non
contiene che i soli fattori 2 e 5 e per-
ciò resta dimostrata anche questa
seconda parte del teorema.

Corollario

Quando una frazione ordinaria
irriducibile può trasformarsi in un
numero decimale, questo numero
à tante cifre decimali quante u-

nità vi sono nell'esponente di quello dei fattori 2 e 5 che figura nel denominatore della frazione col maggiore esponente. Infatti prendiamo la frazione $\frac{a}{b}$ e supponiamo che b sia decomponibile in $2^m \times 5^m$. Dico che $\frac{a}{b}$ potrà ridursi in un numero decimale che avrà m cifre. Infatti per l'ipotesi precedente si à

$$\frac{a}{b} = \frac{a}{2^m \times 5^m}.$$

Supponiamo che m sia maggiore di n di una quantità r sicchè sia $n+r=m$. Ciò fatto aggiungiamo ai due termini della frazione precedente 5^r. Si à:

$$\frac{a \times 5^r}{2^m \times 5^n \times 5^r} \qquad \frac{a \times 5^r}{2^m \times 5^{m+r}} \qquad \frac{a \times 5^r}{10^m}$$

Ed ecco ridotta la frazione $\frac{a}{b}$ in un numero decimale

$$\frac{a \times 5^r}{10^m}$$

ma con sei cifre decimali come lo dimostra l'esponente del suo denominatore

Valutazione approssimata delle grandezze e dei numeri.

Valutare una grandezza a meno di una grandezza data, significa trovare il massimo multiplo della seconda che è contenuto nella prima.

Per esempio. – valutare una distanza a meno di una lega, significa trovare il maggior numero di leghe contenute in questa distanza.

Lo stesso dicasi dei numeri.

Valutare un numero A a meno di un numero B, significa trovare il massimo multiplo di

B che è contenuto in A. In altri termini è lo stesso che farne la loro divisione $\frac{A}{B}$, dalla quale si otterrà un certo quoziente q E prendendo la parte intera del quoziente si otterrà nella divisione di $\frac{A}{B}$ un difetto minore di B, perchè si otterrà bensì un resto, ma sempre minore del divisore B. —

Ora valutare un numero a meno di una unità, significa trovare il maggior numero di unità contenute in questo numero In generale valutare un numero a meno di $\frac{1}{n}$ significa cercare il maggiore numero di volte che questo numero contiene la n^{esima} — dell'unità.

Quando si valuta un numero a meno di un'altro numero dato, si ottengono in generale due li=

miti, uno approssimato per di=
fetto, l'altro per eccesso, cioè uno
minore l'altro maggiore del nume=
ro proposto.

Per esempio. Se sappiamo che
un peso è compreso fra 22 e 23 Chilo
grammi, tutti e due questi nu=
meri saranno la misura del
peso dato a meno di una uni=
tà, il primo per difetto, il se
condo per eccesso.

Ed in generale se sappiamo
che un peso è maggiore di m
volte la n^{esima} parte di un Chi
logramma e minore di $m+1$
questa n^{esima} parte, le frazio
ni $\frac{m}{n}$ e $\frac{m+1}{n}$ esprimo
no la misura del peso dato a
meno di $\frac{1}{n}$, la prima per di
fetto la seconda per eccesso.

./.

Teorema 1° — Per valutare una frazione a meno di una unità, basta prendere l'intero contenuto in questa frazione o l'intero immediatamente superiore.

Questa è conseguenza immediata delle definizioni date prima. Abbiasi la frazione $\frac{837}{56}$ Effettuo la divisione ed ottengo:

$$14 + \frac{53}{56}.$$

Se prendo la parte intera del quoziente, cioè 14, avrò la valutazione del numero $\frac{837}{56}$ a meno di una unità per difetto. Se prendo 15, l'avrò per eccesso.

Teorema II°

Per valutare una frazione a meno di $\frac{1}{n}$, basta valutare a meno di una unità il prodotto di questa frazione per n e dividere poi per n uno dei due interi con=

consecutivi ottenuti.

Abbiasi la frazione $\frac{a}{b}$, e la si voglia valutare a meno di $\frac{1}{n}$

Facciamo intanto la divisione e si avrà

$$\frac{a}{b} : \frac{1}{n} = \frac{a \times n}{b}.$$

Eseguendo ora la divisione del prodotto $a \times n$ per b, otterremo un certo quoziente q e perciò $\frac{q}{n}$ sarà la valutazione approssimata per difetto e $\frac{q+1}{n}$ per eccesso. Abbiasi per esempio la frazione $\frac{175}{249}$ da valutarsi a meno di $\frac{1}{12}$; si dividerà la prima frazione per la seconda e si otterrà per quoziente

$$\frac{175 \times 12}{249} = \frac{2100}{249} = 8 + \frac{108}{249}$$

Quindi il valore approssimato per difetto a meno di $\frac{1}{12}$ della frazione $\frac{175}{249}$ sarà $\frac{8}{12}$ e quello per eccesso

$\frac{9}{12}$ e l'errore sarà di $\frac{108}{249}$ di dodicesimi

Poco importa ora il sapere come si debba valutare un numero a meno di $1/2$ $1/3$ $1/4$ etc ma quello che ci interessa si è di fare la valutazione pei decimali

Riduzione delle frazioni ordinarie in decimali

Per valutare una frazione a meno di $\frac{1}{10^n}$ bisogna moltiplicare il suo numeratore per 10^n, ciò che si effettua scrivendo n zeri alla sua destra, poi cercare il quoziente intero della divisione del prodotto pel denominatore, e finalmente dividere questo quoziente per 10^n, ciò che può effettuarsi

separando con una virgola n cifre alla sua destra.

Abbiasi la frazione $\frac{5}{7}$ da valutarsi a meno di $\frac{1}{1000}$ ossia di $\frac{1}{10^3}$. Secondo la regola bisognerebbe scrivere tre zeri alla destra del numeratore e dividere il risultato pel denominatore, ma è chiaro che sarà lo stesso scrivere gli zeri a misura che bisognano nei dividendi parziali rispettivi. — Quindi si otterrebbe $\frac{5 \times 10^3}{7}$. Il quoziente ottenuto si dovrà dividere per 1000 ossia $\frac{714}{1000}$ ossia 0.714.

Praticamente non si fa così ma si usa attenersi alla regola:

„Per ridurre una frazione in de„cimali, si divide il numeratore „per il denominatore e si pone „una virgola alla destra del quo„ziente, il quale dovrà essere rim

„piazzato da uno zero se il numera=
„tore è minore del denominatore
„Si scrive uno zero alla destra del
„resto ottenuto, e si divide il risul=
„tato pel denominatore; il quozien
„te è la prima cifra decimale. Si
„continua così indefinitamente
„Se una delle divisioni si fa esat
„tamente, la frazione proposta
„può esprimersi sotto forma di
„numero decimale, altrimenti
„il metodo dà solamente valuta=
„zioni di più in più approssima
„te„

Ora questa riduzione si po=
trà fare soltanto – come ab=
biamo dimostrato nel teore=
ma primo delle frazioni –
esattamente quando il deno=
minatore della frazione irridu=
cibile contiene i fattori 2 e 5.

Se non li contiene o ne con=
tenesse altri ancora, allora si
avrebbero delle frazioni decimali
periodiche.

Frazioni decimali periodiche

Si chiama frazione decimale pe=
riodica quella le cui cifre si ripro
ducono sempre le stesse e nello
stesso ordine. L'insieme delle
cifre che si riproducono si chiama
periodo. La frazione è detta perio
dica semplice quando il periodo co
mincia immediatamente do=
po la virgola, è detta periodica
mista, nel caso contrario, ed allo
ra le cifre che precedono il pri=
mo periodo costituiscono la par
te non periodica.

Qualunque frazione ordinaria irriducibile ridotta in decimali dà luogo ad una frazione di un numero limitato di cifre o ad una frazione periodica

Abbiasi una frazione ordinaria $\frac{a}{b}$ Operando su di essa la divisione supponiamo di aver trovato per quoziente q come parte intera e

$$q^1\, q^2\, q^3\, q^4 \ldots$$

per la parte decimale e siano ancora i resti delle divisioni successive

$$R\;\; R^1\, R^2\, R^3\, R^4 \ldots$$

Se procedendo nelle divisioni nel modo indicato precedentemente si a un resto nullo, allora la frazione $\frac{A}{B}$ è perfettamente riducibile in decimali, altrimenti l'operazione

continua infinitamente. In questo caso i resti

$R^1 R^2 R^3$ ...

essendo tutti minori di B, dopo un numero di divisioni eguale al più a B−1 si ricadrà sopra un resto già ottenuto, giacchè vi sono soltanto B−1 numeri interi differenti inferiori a B giacchè ciascun resto dovrà per lo meno essere minore del divisore B di una unità.

Quindi si potrà stabilire la regola che:

„Quando una frazione ridotta „in decimali dà luogo ad una „frazione periodica, il numero „delle cifre del periodo è minore del denominatore„

Se poi la frazione data si trasforma in frazione periodica.

mista, allora per la stessa ragio
ne si à che: — "il numero delle
"cifre del periodo, aumentato del
"numero delle cifre della parte
"non periodica, dà una forma
"minore del denominatore del
"la frazione ordinaria"

Frazione ordinaria generatrice di una frazione periodica data

Per cercare la frazione ordi=
naria, che ridotta in decimali
da luogo ad una frazione deci
male finita allora la cosa è
ben facile, poichè basta met
tere al periodo il denominato
re sottinteso

Così abbiasi la frazione de=
cimale finita:

$$0.585 = \frac{585}{1000}.$$

la quale sarà la frazione ordinaria generatrice.

Cerchiamo ora la generatrice di una frazione periodica semplice. Sia essa

0. 612 612 612 ....

Ora, cercare la generatrice di questa frazione è lo stesso come trovare il suo limite; il quale è costituito dalla sua frazione ordinaria generatrice

Indichiamo ora con x il limite di questa frazione, sicchè:

0, 612 612 612 x

Sia a il valore approssimato di x, che si ottiene prendendo un numero limitato di periodi, per esempio tre. Avremo:

$a = 0.612\ 612\ 612$

Moltiplicando per 1000 queste

due quantità eguali:

$$1000\,a = 612,612\ 612$$

Questo valore di 1000 a contiene nella sua parte decimale un periodo di meno del valore di a, e si vede che per avere lo stesso numero di periodi, basta aggiungere al valore di 1000 a la frazione 0.000 000 612 che è il terzo periodo che manca al valore di 1000 a cioè

$$\frac{612}{1000^3}$$

Per cui si avrà

$$1000\,a + \frac{612}{1000^3} = 612\ 612\ 612\ 612$$

Ora sottraendo l'eguaglianza:

$$a = 0.612\ 612\ 612$$

membro a membro da quest'ultima, si ottiene

$$999\,a + \frac{612}{1000^3} = 612$$

Dividendo il tutto per 999 si

ha:

$$a + \frac{612}{999 \times 1000^3} = \frac{612}{999}$$

e quindi

$$a = \frac{612}{999} - \frac{612}{999 \times 1000^3}$$

Ora se invece di aver preso tre periodi, ne avessimo presi $\underline{n}$, si sarebbe trovato il valore approssimato di x espresso con:

$$a = \frac{612}{999} - \frac{612}{999 \times 1000^n}$$

Se il numero $\tilde{n}$ dei periodi aumenta indefinitamente, la frazione

$$\frac{612}{999 \times 1000^n}$$

diverrà tanto più piccola, poichè tanto più grande diventa la potenza di 1000, donde segue che la quantità $\underline{a}$ à per limite la frazione: $\frac{612}{999}$, che cre=

scendo il numero dei periodi resta
invariabile. Quindi:

$$x = \frac{612}{999}$$

Da ciò si rileva che:

Regola 1ª

„La frazione ordinaria genera=
„trice di una frazione periodica
„semplice à per numeratore il
„periodo, e per denominatore un
„numero espresso da tanti 9 quan
„te sono le cifre del periodo."

È da osservarsi come rica
vata colla regola suddetta la fra=
zione ordinaria si possa ridurla
alla sua più semplice espressione
applicando ad essa le regole della di=
visibilità. Inoltre quand'essa sia
resa così irriducibile si osserva che
il denominatore di essa non è di=
visibile nè per 2 nè per 5 poichè
questi fattori non sono contenu=

ti nel denominatore della frazio-
ne proposta, la quale deve ave-
re, per la regola or ora ennun-
ciata, tanti 9; quindi si potrà sta-
bilire che:

Regola II.ª

„Il denominatore di una
„frazione irriducibile, generatri-
„ce di una frazione periodica sem-
„plice, non è divisibile nè per
„2 nè per 5.„

Può darsi che la frazione
decimale proposta sia com-
posta d'una parte intera e di una
parte decimale, allora la riduzio-
ne in frazione ordinaria si ef-
fettua con pari facilità

Sia la frazione

52, 342 342 342......

essa è eguale a

52, 342 342 342... = 52 + 0, 342342342

e quindi per la regola detta innanzi si à che

$52+0.342.342342$ è eguale a

$$52+\frac{342}{999}=\frac{999\times 52+342}{999}=$$

$$=\frac{(1000-1)\times 52+342}{999}=\frac{52342-52}{999}$$

Questa operazione ci spiega il modo di fare la riduzione in frazione ordinaria di una frazione periodica mista.

Infatti abbiatisi la frazione

$0.34\,572\,572\,572.....$

Moltiplicando questa frazione tante volte per 10 quante sono le cifre estranee al periodo si ha

$0.34\,572\,572\,572\times 100 = 34,572\,572\,572$

Siamo quindi nel caso di prima e perciò,

$34,572572572 = 34 + 0,572572572$
cioè si avrà:

$$34 + 0,572572572 = 34 + \frac{572}{999} =$$

$$= \frac{999 \times 34 + 572}{999} = \frac{(1000-1) \times 34 + 572}{999} =$$

Effettuando la moltiplica

$$= \frac{34572 - 34}{999}.$$

Ma con ciò questa frazione sarebbe 100 volte maggiore perchè l'abbiamo moltiplicata per 100, quindi dividendola per 100

$$\frac{34572 - 34}{99900}$$

Da ciò si ricava la seguente

Regola III^a

„ La frazione ordinaria generatri„ce di una frazione periodica mista, „à per numeratore il numero for„mato dalla parte non periodica „seguita da un periodo, meno il

„ numero formato dalla parte non
„ periodica e per denominatore
„ il numero espresso da tanti 9 quan
„ te sono le cifre del periodo, seguite
„ da tanti zeri quante sono le cifre a
„ vanti il periodo.„

Questa frazione ordinaria trovata può es
sere ridotta alla sua più semplice espres
sione e si osserva inoltre che il denominato
re di essa contiene i fattori 2 e 5 perchè dopo
i 9 ci sono dei zeri; anzi li conterrà tante
volte quanto l'indica il numero dei zeri e
non li può contenere di più perchè subito dopo
i zeri ci sono i 9 che non ànno per fattori nè il
2 nè il 5. Quindi potremo stabilire

Regola IV^a

„ Il denominatore della
„ frazione irriducibile, generatrice di
„ una frazione decimale periodica mista
„ è divisibile per l'uno o l'altro dei fatto
„ ri 2 e 5 presi con un esponente

„eguale al numero delle cifre decimali,
„che nella frazione decimale precedono
„il periodo„

Ora pel teorema spiegato parlando delle frazioni, per la regola 2ª e 4ª potremo stabilire che:

1º Affinchè una frazione irriducibile ridotta in decimali produca una frazione periodica semplice è necessario e sufficiente che il suo denominatore non sia divisibile nè per 2 nè per 5

IIº Affinchè una frazione irriducibile ridotta in decimali produca una frazione periodica mista, è necessario e sufficiente che il suo denominatore ammetta uno almeno dei fattori 2 o 5 ed inoltre altri fattori primi.

(continua al fasc. 2º
„Frazioni continue„)

Algebra.
(seguito)

Frazioni continue.

Prendiamo un numero N frazionario come per esempio $\frac{317}{179}$. — Il modo più semplice per rappresentare un suo valore più approssimato è di vedere quanti interi sono contenuti in esso. — Per cui facendo la sua divisione otteremo un certo quoziente a ed un certo resto che potremo esprimere sotto la forma di una frazione, il cui numeratore sia l'unità ed il denominatore il resto stesso capovolto, quindi chiamando y questo resto capovolto, avremo:

$$N = a + \frac{1}{y}.$$

Ed è y > dell' 1 ed $\frac{1}{y}$ per conseguenza < 1. — E quindi ricorrendo all'esempio dato ed operando nello stesso modo del caso generale avre=

mo.

$$\frac{317}{179} = 1 + \frac{138}{179}.$$

E qui capovolgendo il resto avremo

$$\frac{179}{138} = y$$

Riducendo ora questo resto alla forma di $\frac{1}{y}$ (cioè dividendo tanto il numeratore che il denominatore della frazione $\frac{138}{179}$ pel numeratore) risulta:

$$\frac{317}{179} = 1 + \frac{1}{\left(\frac{179}{138}\right)}$$

E nel caso generale essendo $y > 1$, il modo più semplice per raggiungere la parte intera contenuta in y sarà quella di fare la sua divisione dalla quale ottengasi

$$y = 6 + \frac{1}{x}.$$

ed x sia pure il resto della divisione di y ma capovolto. Ora sostituendo il valore di y nell'eguaglianza

$$N = a + \frac{1}{y}$$

si avrà

$$(a) \quad N = a + \cfrac{1}{b + \cfrac{1}{x}}$$

Tenendo lo stesso principio nel nostro esempio:

$$\frac{317}{179} = 1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{\frac{138}{41}}}$$

in cui x è rappresentato da $\frac{138}{41}$

Facendo ora nel caso generale la divisione di x si avrà

$x = c +$ un resto $\frac{1}{z}$ messo sotto la forma precedente.

Sostituendo adunque il valore di x nella equazione (a):

$$N = a + \cfrac{1}{b + \cfrac{1}{c + \cfrac{1}{z}}}$$

Nello stesso modo operando pel caso pratico, si deduce $\frac{317}{179} = 1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{3 + \cfrac{1}{\frac{41}{15}}}}$

in cui $z = \frac{41}{15}$.

Così potrebbesi continuare a togliere la parte intera dell'ultima frazione si nel caso generale che nel pratico. Nel primo facendo

$$z = d + \frac{1}{u}$$

nel secondo trovando la parte intera della frazione $\frac{41}{15}$ e si avrebbe

$$\frac{41}{15} = 2 + \frac{11}{15}$$

e rovesciando

$$\frac{2 + \frac{1}{15}}{11}$$

Effettuando la divisione dell'ultima frazione risulterebbe

$$\frac{15}{11} = 1 + \frac{4}{11} = 2\frac{3}{4} = 2 + \frac{1}{4}$$

e finalmente

$$= 2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{3}}$$

e quindi si direbbe che il nostro numero N o la frazione $\frac{317}{179}$ si è volta in una frazione particolare detta continua

Diamo ora alcune definizioni.
I numeri y, x, z, u etc si chiamano quozienti completi poichè infatti essi sono gli interi più il resto. Tali numeri nel caso pratico sono rappresentati dalle frazioni

$$\frac{179}{138}, \frac{138}{41}, \frac{41}{15}, \frac{15}{11}. \text{ etc}$$

Le frazioni:

$$\frac{1}{b}, \frac{1}{c}, \frac{1}{d} \text{ etc}$$

si chiamano frazioni integranti perchè rappresentano la sola parte intera. E nel caso pratico sono rappresentate da

$$a=1, b=1, c=3, d=2 \text{ etc}$$

Le espressioni

$$a, a+\frac{1}{b}, a+\frac{1}{b+\frac{1}{x}} \text{ etc}$$

che rappresentano soltanto approssimatamente il numero N si dicono ridotte.

Invece se ad un quoziente incompleto si sostituisce un quoziente completo oppure x, o z od u avremo esattamente il numero dato N. —

Premesso ciò passiamo alla dimostrazione dei teoremi applicabili a questa teoria

Teorema 1ª

„Ogni numero commensurabile „
„dà origine ad una frazione continua„
„limitata e viceversa una frazione con„
„tinua limitata da ~~origine~~ rappresen„
„ta un numero commensurabi„
„le.„

Intanto per numero commensurabile intendesi un numero che è eguale al rapporto di due numeri interi.

Per esempio Il lato del quadrato è incommensurabile colla diagonale cioè non ànno nessuna misura

comune; ossia non sono esprimibili con un rapporto di due numeri interi. Da ciò ne viene che un numero N lo si può indicare anche colla frazione $\frac{A}{B}$ in cui A e B sono numeri interi.

Svolgendo la frazione $\frac{A}{B}$ in frazione continua si avrebbe

$$\frac{A}{B} = a + \frac{r}{B}$$

ossia:

$$\frac{A}{B} = a + \frac{1}{\frac{B}{r}}$$

e togliendo gli interi da $\frac{B}{r}$ si ha

$$\frac{B}{r} = b + \frac{1}{\frac{r}{r'}}$$ e perciò

$$\frac{A}{B} = a + \frac{1}{b + \frac{1}{\frac{r}{r'}}}$$

Cioè si opera precisamente come si farebbe per trovare il massimo comun divisore, e siccome quella operazione viene ad un limite e

si troverà per peggior ipotesi il massimo comun divisore eguale ad uno, così anche questa avrà un limite e quindi sarà finita.

Viceversa avendo

$$a+\cfrac{1}{b+\cfrac{1}{c+\cfrac{1}{d}}}$$

ed eseguendo le operazioni indicate, consistenti in somme e divisioni, si avrà una frazione, il cui numeratore e denominatore saranno numeri interi e perciò questa frazione darà origine ad un numero commensurabile

Formazione delle ridotte

Trattasi di vedere come si formano le frazioni successive conoscendo

si le precedenti.

Abbiati:

$$N = a + \cfrac{1}{b + \cfrac{1}{c + \cfrac{1}{d + \cfrac{1}{e + \cfrac{1}{f}}}}}$$

La prima ridotta si trova facilmente

$$1^a \quad a = \dots\dots\dots \frac{a}{1}$$

$$II^a \quad a + \frac{1}{b} = \dots\dots\dots \frac{ab+1}{b}$$

$$III^a \quad a + \cfrac{1}{b + \cfrac{1}{c}} = \dots\dots a + \frac{1}{\left(\frac{bc+1}{c}\right)} =$$

$$= a + \frac{c}{bc+1} = \frac{abc + a + c}{bc+1}$$

La quarta ridotta sarà:

$$a + \cfrac{1}{b + \cfrac{1}{c + \cfrac{1}{d}}} = a + \cfrac{1}{b + \cfrac{1}{\left(\frac{cd+1}{d}\right)}} = a + \cfrac{1}{b + \frac{d}{cd+1}} =$$

$$= a + \frac{1}{\left(\frac{bcd+b+d}{cd+1}\right)} = \text{/.}$$

$$= a + \frac{cd+1}{bcd+b+d} = \frac{abcd+ab+ad+cd+1}{bcd+b+d}$$

Con opportuni raccoglimenti a fattor comune, le due ridotte ultime assumono due forme un po' diverse; la terza assume la forma:

$$\frac{(ab+1)c+a}{bc+1}$$

e la quarta assume la forma

$$\frac{[(ab+1)c+a]d+ab+1}{(bc+1)d+b}$$

Le due prime ridotte poi non sono suscettibili a nessun cangiamento.

Confrontando ora le espressioni della terza e quarta ridotta colle due prime si ha:

„Che una ridotta successiva qualunque è una frazione il cui numeratore si ottiene moltiplicando il numeratore della ridotta antecedente

pel quoziente incompleto a cui ci fermiamo, ed aggiungendo al prodotto il numeratore della ridotta antiprecedente, ed il denominatore si forma: Sommando il prodotto del denominatore della ridotta antecedente pel quoziente incompleto suddetto col denominatore della ridotta antiprecedente."

Per cui se indichiamo con $\frac{P}{P_1}$, $\frac{Q}{Q_1}$, $\frac{R}{R_1}$, tre ridotte successive, e con M il quoziente ultimo incompleto si avrà:

$$\frac{R}{R_1} = \frac{Q \times M + P}{Q_1 \times M + P_1}.$$

Ma con ciò si è dimostrata questa legge per alcune ridotte soltanto, noi pertanto vogliamo dimostrare che essa è generale a tutte

Avendo dimostrata vera questa leg.

ge fino alla ridotta $\frac{R}{R_1}$ abbiamo ottenuto

$$\frac{R}{R_1} = \frac{q \times M + P}{q_1 \times M + P_1}$$

Ora chiamiamo $\frac{S}{S_1}$ la ridotta successiva alla $\frac{R}{R_1}$ ed m_1 il nuovo quoziente incompleto. Ora è certo che in luogo del quoziente incompleto m noi potremo sostituire l'espressione:

$$m + \frac{1}{m_1}$$

cioè aggiungiamo al detto quoziente la frazione integrante $\frac{1}{m_1}$, otterremo la ridotta successiva $\frac{S}{S_1}$ Per cui si avrà

$$\frac{S}{S_1} = \frac{q\left(m + \frac{1}{m_1}\right) + P}{q_1\left(m + \frac{1}{m_1}\right) + P_1}$$

e sviluppando si à

$$\frac{S}{S_1} = \frac{qm + \frac{q}{m_1} + P}{q_1 m + \frac{q_1}{m_1} + P_1}$$

Se noi ora riduciamo i due termini al medesimo denominatore potremo levare questo divisore comune, ciò che torna lo stesso che moltiplicare i due membri per m_1 per cui si avrà

$$\frac{S}{S_1} = \frac{(Q m + P) m_1 + q}{(Q_1 m + P_1) m_1 + q_1}$$

ossia

$$\frac{S}{S_1} = \frac{R m_1 + q}{R_1 m_1 + q_1}$$

e sostituendo nella formula precedente i suoi valori

Onde se la regola che vale per la ridotta $\frac{R}{R_1}$ vale anche per la successiva $\frac{S}{S_1}$, essa è perciò generale e troveremo sempre la formazione delle ridotte seguendo questa legge

Ora se nella formula che dà il valore di una ridotta qualunque $\frac{R}{R_1}$ in funzione delle due ante-

cedenti $\frac{P}{P_1}$, $\frac{Q}{Q_1}$ e del quoziente in=
completo m, cioè nella formula:

$$\frac{R}{R_1} = \frac{Qm + P}{Q_1 m + P_1}$$

Si sostituisca al quoziente incom
pleto m il quoziente completo $m + \frac{1}{x}$,
si avrà esatto il valore di N, cioè del
numero che diede origine alla fra=
zione continua

Sarà cioè

$$N = \frac{Rx + Q}{R_1 x + Q_1}.$$

Questo modo di rappresentare
le ridotte, ci serve poi per farci co=
noscere le loro proprietà principa
li.

Proprietà delle Ridotte

Teorema II°

„ La differenza di due ridotte con„
„secutive è una frazione che à co=„

"stante il numeratore ed eguale a più, o meno 1."

Consideriamo le ridotte consecutive

$$\frac{P}{P_1}, \frac{Q}{Q_1}, \frac{R}{R_1}$$

Si è trovato che

$$\frac{R}{R_1} = \frac{Qm + P}{Q_1 m + P_1} \ldots\ldots (a)$$

Facendo ora la differenza tra le due prime ridotte date si à

$$\frac{Q}{Q_1} - \frac{P}{P_1} = \frac{QP_1 - PQ_1}{Q_1 P_1} \ldots\ldots (1)$$

E facendo la differenza tra $\frac{R}{R_1}$ e $\frac{Q}{Q_1}$ conoscendo inoltre il valore della $\frac{R}{R_1}$ ... (a) avremo:

$$\frac{R}{R_1} - \frac{Q}{Q_1} = \frac{Qm + P}{Q_1 m + P_1} - \frac{Q}{Q_1} \cdot =$$

$$= \frac{QQ_1 m + PQ_1 - QQ_1 m + P_1 Q}{(Q_1 m + P_1) Q_1}$$

e quindi ./.

$$\frac{P}{P_1} - \frac{Q}{Q_1} = \frac{PQ_1 - P_1Q}{(Q_1 m + P_1)Q_1} \quad \ldots\ldots (2)$$

Esaminando ora i numeratori delle frazioni (1) e (2) ed osservando che il numeratore della (2) può porsi sotto la forma:

$$(P_1Q - PQ_1)$$

si vede che ambedue le espressioni ànno uguali in valore assoluto i numeratori, sebbene differiscano pel segno.

Da ciò risulta che il numeratore è costante per tutte le frazioni ridotte, giacchè ciò si può dimostrare per tutte le altre.

Considieriamo ora le ridotte successive d'un numero svolto in frazione continua: esse saranno

$$a, \quad \frac{ab+1}{b} \quad ; \quad \frac{(ab+1)c+a}{bc+1} \quad \text{etc}$$

La differenza tra la prima e la se-

conda sarà

$$\frac{ab+1}{b} - a = \frac{ab+1-ab}{b} = + \frac{1}{b}$$

La differenza tra la seconda e la terza sarà

$$\frac{(ab+1)c+a}{bc+1} - \frac{ab+1}{b} = \frac{((ab+1)c+a)b -}{}$$

$$\frac{-(ab+1)(bc+1)}{(bc+1)b} = \frac{ab^2c+bc+ab-ab^2c-bc-ab-1}{(bc+1)b} =$$

$$= \frac{-1}{(bc+1)b}$$

Considerando anche le ridotte successive, si troverebbe che la differenza tra una ridotta di posto pari, ed una di posto dispari è $+1$, e la differenza tra una ridotta di posto dispari ed una di posto pari è -1: In generale poi codesta differenza si esprime con: $(\pm 1)^n$, in cui n indica il posto della ridotta maggiore; cosicchè se n è pari si avrà l'unità positiva, se dispari la

negativa.

Teorema III°

Le ridotte che si ottengono colla legge di formazione esposta, sono frazioni irriducibili.—

Rappresentiamo con

$$\frac{P}{P_1}, \frac{Q}{Q_1}$$ due ridotte consecutive. Voglio dimostrare che esse sono irriducibili, cioè che P e P_1, Q e Q_1 sono primi tra loro e che quindi ànno il massimo comun divisore eguale all'unità. Il numeratore della loro differenza è, secondo ciò che abbiamo dimostrato eguale all'unità, cioè

$$PQ_1 - P_1Q = \pm 1.$$

Ora se P e P_1 non sono primi tra loro, avranno dei fattori comuni. Ma ciascun fattore comune a P e P_1 dividerebbe i due termini della

differenza $P q_1 - P_1 q$ e quindi dovrebbe dividere l'unità; ciò che è impossibile. E perciò P e P_1 sono primi tra loro, quindi la frazione $\frac{P}{P_1}$ è irriducibili. Lo stesso dicasi per $\frac{q}{q_1}$

Teorema IV°

„Due ridotte consecutive comprendono sempre tra loro il valore della frazione continua, ed ogni ridotta si approssima al medesimo più della precedente".

Sieno due ridotte consecutive $\frac{P}{P_1}$ e $\frac{q}{q_1}$ e sia x il quoziente completo che viene dopo il quoziente incompleto a cui ci siamo fermati. Noi abbiamo trovato che il valore della frazione continua è eguale ad

$$\frac{qx+P}{q_1x+P_1}$$

Si tratta di dimostrare che questo valore è compreso tra le due ridotte consecutive $\frac{P}{P_1}$ e $\frac{Q}{Q_1}$

Infatti si sottragga successivamente da questa espressione prima la prima e poi la seconda ridotta; sicchè

$$\frac{Qx+P}{Q_1x+P_1}-\frac{P}{P_1}=\frac{P_1Qx+PP_1-PQ_1x-PP_1}{P_1(Q_1x+P_1)}$$

e riducendo:

$$\frac{P_1Qx-PQ_1x}{P_1(Q_1x+P_1)}=\frac{(P_1Q-PQ_1)x}{P_1(Q_1x+P_1)} \dots (1)$$

Ma P_1Q-PQ_1 è il numeratore della frazione che risulta dalla differenza di due ridotte consecutive, dunque pel Teorema III° si ha:

$$\frac{(P_1Q-PQ_1)x}{P_1(Q_1x+P_1)}=\frac{\pm x}{P_1(Q_1x+P_1)}$$

Facciamo ora la seconda differenza:

$$\frac{qx+p}{q_1x+p_1}-\frac{q}{q_1}=\frac{qq_1x+pq_1-qq_1x-p_1q}{q_1(q_1x+p_1)}=$$

$$=\frac{pq_1-p_1q}{q_1(q_1x+p_1)}$$

. — Questa eguglianza si vede che è il numeratore, col segno contrario, della 1ª: per cui se la prima era eguale a

$$\frac{\pm x}{p_1(q_1x+p_1)}$$

questa invece sarà eguale a

$$\frac{\mp x}{q_1(q_1x+p_1)}$$

Esaminiamo ora questi due risultati.

In primo luogo si vede che queste due differenze ànno il segno alternato, e perciò la frazione continua è compresa fra le due ridotte consecutive, perchè facendo la differenza successiva fra la frazione

continua e la prima e seconda ridotta consecutive, abbiamo ottenuto segno contrario.

Esaminando poi i numeratori vediamo che nella prima, x è quoziente completo e perciò ≥ 1, quindi il numeratore della prima è maggiore di quello della seconda che è ∓ 1

Inoltre poi potrebbesi osservare i denominatori delle stesse frazioni costituiti di due fattori di cui uno essendo comune cioè:

$$Q_1 x + P_1$$

resta nella prima P_1 e nella seconda Q_1. Ma Q_1 siccome appartiene alla ridotta successiva necessariamente è $> P_1$ della ridotta precedente, poichè Q_1 è eguale a P_1 più qualche cosa. Onde una frazione decrescendo in valore coll'aumentarsi del

denominatore, ne viene che anche per questa ragione il valore assoluto della prima è più grande di quello della seconda.

Corollario

„Un numero non può approssimarsi al valore di una frazione continua di più di una ridotta, senza essere compreso tra questa e la ridotta precedente."

Immaginiamo di avere due ridotte consecutive $\frac{p}{p_1}$ e $\frac{q}{q_1}$ e sia M un numero che si approssimi al valore della frazione più della ridotta $\frac{q}{q_1}$, a più forte ragione vi si approssimerà più della ridotta precedente $\frac{p}{p_1}$, e siccome la frazione continua è compresa fra queste due ridotte, bisognerà evidentemente che anche M sia compreso fra le stesse

Teorema V°

„Una ridotta qualunque si ap„
„prossima al valore di una fra„
„zione continua più di ogni altra„
„frazione che abbia i termini più„
„semplici„

Affinchè una frazione $\frac{A}{B}$ si approssimi al valore della frazione continua più della ridotta $\frac{P}{P_1}$, bisogna che $\frac{A}{B}$ sia compresa tra $\frac{P}{P_1}$ e la ridotta $\frac{Q}{Q_1}$; quindi la differenza

$$\frac{A}{B} - \frac{P}{P_1}$$

deve essere < in valore assoluto di

$$\frac{q}{q_1} - \frac{P}{P_1}$$

Ora facendo la prima differenza si ha

$$\frac{A}{B} - \frac{P}{P_1} = \frac{AP_1 - BP}{B P_1} \text{ ------ } (\alpha)$$

Quindi

$$\frac{q}{q_1} - \frac{p}{p_1} = \frac{qp_1 - q_1 p}{q_1 p_1} \quad \text{---} \quad (\beta)$$

Ora se è vero che $\frac{A}{B}$ si avvicina più delle ridotte al valore della frazione continua, dovrà la prima differenza (α) essere < della seconda (β); perchè quella allora non sarebbe compresa fra le due ridotte cioè:

$$\frac{AP_1 - BP}{BP_1} < \frac{P_1 q - P q_1}{P_1 q_1}$$

ossia:

$$\frac{AP_1 - BP_1}{BP_1} < \frac{\pm 1}{P_1 q_1}$$

E siccome il numeratore della prima differenza (α) è maggiore o per lo meno eguale ad uno perchè essendo i due fattori interi, anche la differenza deve essere intera, così a parità di nume

ratore, non può essere la prima minore della seconda, percui dovrà il denominatore $B > q_1$

Per provare inoltre la reciproca di questo teorema ossia che A deve essere $> q$ si consideri il valore reciproco di $\frac{B}{q}$ e facendo la differenza fra: $\frac{qB}{A} - \frac{p'}{p}$ sia

$$\frac{BP - AP'}{AP} < \frac{pq_1 - p_1q}{pq}$$

che è la differenza di

$$\frac{q_1}{q} - \frac{p_1}{p}$$

ossia

$$\frac{BP - AP'}{AP} < \frac{pq_1 - p_1q}{pq}$$

che è eguale a

$$\frac{BP - AP_1}{AP} < \frac{\mp 1}{pq}$$

Ora la prima espressione non può evidentemente essere minore della seconda se non sia $A > q$

Corollario

Il teorema precedente ci fa vedere che „le ridotte sono i valori approssimati più semplici coi quali può rappresentarsi un numero"

Facciamo alcune applicazioni. Svolgiamo prima di tutto la frazione $\frac{197}{83}$ in frazione continua

$$\frac{197}{83}=2+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{10}}}}$$

1ª Ridotta = — — — — — — 2

2ª „ $2+\frac{1}{2}=$ $5/2$

3ª „ $2+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{1}}=$ $7/3$

IV Ridotta $= 2+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2}}} = \text{———} \; 19/8$

Esaminando queste ridotte vediamo che esse sono frazioni irreducibili. Facendo poi la differenza fra queste ridotte trovo pienamente verificato il teorema 2°

$\frac{5}{2} - 2 = \frac{1}{2}; \; \frac{7}{3} - \frac{5}{2} = \frac{1}{6}; \; \frac{19}{8} - \frac{7}{3} = \frac{1}{29}$ –

Resta pure verificato il Teorema 4° Infatti si faccia p. e. la differenza delle prime due ridotte ed il valore della frazione continua cioè

$\frac{197}{83} - 2 = \frac{166}{83}; \; \frac{197}{83} - \frac{5}{2} = \frac{415}{166};$

$\frac{197}{83} - \frac{7}{3} = \frac{581}{249}$

Da cui si vede come la differenza tra il valore della frazione continua e la ridotta successiva diventi sempre più piccola

Svolgiamo ora in frazione conti

ma il numero incommensurabile $\sqrt{2}$ si avrà

Poichè la parte intera di $\sqrt{2}$ è 1 poniamo

$$\sqrt{2} = 1 + \frac{1}{y}$$

in cui si ha che

$$\frac{1}{y} = \sqrt{2} - 1$$

ossia

$$y = \frac{1}{\sqrt{2}-1}$$

e moltiplicando i due termini di questa frazione per $\sqrt{2}+1$, si ha

$$y = \frac{\sqrt{2}+1}{(\sqrt{2}-1)(\sqrt{2}+1)}$$

Ora il prodotto di una somma per una differenza è eguale alla differenza dei loro quadrati e perciò sarà

$$y = \frac{\sqrt{2}+1}{2-1} = \frac{\sqrt{2}+1}{1} = \sqrt{2}+1$$

ossia y è compreso tra 2 e 3 quindi sarà

$$y = \sqrt{2}+1 = 2 + \frac{1}{z}$$

Ricavando da questa equazione il

valore di $\frac{1}{z} = \sqrt{2}-1$ e perciò $z = \frac{1}{\sqrt{2}-1}$ e perciò $z = y$. Per cui i calcoli si ripetono indefinitamente e si otterrà

$$\sqrt{2} = 1 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{2 + \dots}}}$$

Calcolo dei numeri complessi

Prima che in Italia si fosse introdotto il sistema metrico decimale in ogni Stato si usavano pesi e misure varie.

Lo stesso avveniva in Francia. L'introduzione del sistema metrico decimale avvenne in molti Stati dell'Europa, come la Francia, Italia, Svizzera e l'Austria pure vi si avvicinò col suo sistema centesimale. Ma altri Stati non l'anno introdotto ed

è perciò che ci occorre studiare la teoria dei numeri complessi. L'Inghilterra per esempio che è pure un ~~sist~~ stato il più importante in fatto di commercio si attiene alle sue vecchie misure e pesi

Intanto si chiamano numeri complessi quelli formati di unità principali e di suddivisioni: così per esempio: Ore, minuti, secondi et

Addizione

		Soldi	Denari
Lire toscane	3.	4.	8.
	4.	16.	8.
	6.	18.	10.
L.T.	15.	0.	2.

Lire toscane 1 = 20 soldi
Soldi 1 = 12 denari

Sottrazione

Lst.	974	Scell.	17.	Pence	7
	832		19		11
Lst	141.		17.		8.

Lst. 1 = 20 Scell.
Scell. 1 = 12 Pence

Moltiplicazione dei numeri complessi

1° Caso. Il moltiplicando è un numero complesso, il moltiplicatore è un numero intero

Noi sappiamo che in questo caso il prodotto è un numero complesso della stessa specie del moltiplicando, e che se anche il moltiplicatore è un numero complesso, la moltiplicazione non si può eseguire se non possa il moltiplicatore considerarsi come a-

stratto

Consideriamo per esempio un moltiplicatore d'una cifra e risolviamo il seguente quesito

Si distribuirono a 9 persone Lst 17.19.10 cadauna, si domanda la somma totale distribuita

Poichè il prodotto d'un polinomio per un monomio è un polinomio i cui termini risultano dal prodotto di ciascun termine del polinomio pel monomio, avremo:

$$\left(17+\frac{19}{20}+\frac{10}{240}\right)9=17\times9+\frac{19}{20}\times9\frac{10}{240}\times9$$

Moltiplichiamo anzitutto per 9 la frazione $\frac{10}{240}$ ed avremo $\frac{90}{240}$ cioè 90 pence, poichè un scellino è eguale a 12 pence, 7 scellini saranno 84 pence per cui 90 pence saranno eguali a 7 scellini e 6 pence

Ora il prodotto di $\frac{19}{20}$ per $9=\frac{171}{20}$

cioè 171 scellini che aggiunti ai 7.
scellini daranno 178 scellini = 8 Lire
sterl + 18 scellini Siccome poi si ànno
altre lire sterline 17×9 così sarà

153 + 8 = 161 Lst.

E si avrà quindi

$$= \frac{\text{Lst. } 17.19.10 \times 9}{\text{Lst } 161.18.6} =$$

Consideriamo ora un moltiplicatore di più cifre, in tal caso si possono seguire due metodi

A. Metodo delle parti aliquote

Calcoliamo l'importo di 375 balle
di merci a Lst. 248.13.7 cadauna
Cominciamo a moltiplicare la parte intera, cioè 375 per 248 si avrà

375 × 248 Lst = Lst 83000

Noi possiamo ora decomporre i 13 scellini
in 10 + 2 + 1

Cominciando a moltiplicare 375 per

10 scellini cioè per $\frac{10}{20}$ ossia per $\frac{1}{2}$: ba=
sterà cioè prendere la metà di 375
si avrà quindi

Scell. $10 \times 375 = 375 \times \frac{10}{20} = 375 \times \frac{1}{2} = 187\frac{1}{2}$.

e poichè questo prodotto si riferisce
alle sterline, avremo che il prodotto di
375 per 10 scellini sarà 187 Sterline + 10 scel
lini

Per avere il prodotto di 375 per 2
scellini basterà prendere la quinta
parte del prodotto precedente, la quin
ta parte di 187 sterline sarà 37 st. e si
avrà un resto di 2 sterline, cioè di
40 scellini, i quali uniti ai 10 sono
50 scell. di cui la quinta parte sarà
10 scellini. — Per cui

275 × 2 scell. = 37 Lst + 10 scell.

Per aver il prodotto di 375 per 1 scell.
si prende la metà dell'ultimo pro=
dotto, per cui sarà 1 scel × 375 = Lst 18
più 15 scellini

Per avere il prodotto di 375 per 7 pen
ce potremo considerare il prodotto
di 375 per 6 pence e per 1. Il prodotto
di 6 pence per 375 sarà la metà del
prodotto di 375 per 1 scell e si avrà

Pen 6 × 375 = Lst 9.7.6

Infine per avere il prodotto di 375
per 1 pence si prenderà la stessa par
te dell'ultimo prodotto sicchè

Pence 1 × 375 = Lst 1.11.3

Ecco come si dispone l'operazione:

Lst 248 . 13 . 7 × 375

83000		
187 . 10		10 scel
37 . 10		2 "
18 . 15		1 den:
9 . 7 . 6.		6 pence
1 . 11 . 3.		1 pence

Lst. 103254 . 13 . 9

B.

Metodo della decina all'insù

Passiamo a considerare il metodo della decina all'insù con cui si giunge allo stesso risultato in un modo più semplice.

Si considera intanto il
$$375 = 300 + 70 + 5$$
Si comincia a moltiplicare il numero complesso per 10 ed il prodotto ottenuto pure per 10 si avranno così 3 numeri complessi

a) Lst 248.13.7.
b) „ 2486.15.10 = 248.13.7 × 10.
c) „ 24867.18.4 = 2486.15.10 × 10.

Si moltiplica (a) per 5 cifra delle unità del moltiplicatore; (b) per 7 cifra delle decine; (c) per 3 cifra delle centinaja, così si viene a mol

tiplicare il moltiplicando comples-
so per 5 per 7 × 10 = 70; per 3 × 10 × 10 =
= 300; la somma dei prodotti sa-
rà il prodotto del moltiplicando
per 300 + 70 + 5 = 375 cioè il prodot-
to richiesto

Ecco come si dispone l'operazione:

24867 . 18 . 4 × 3 = 84603 . 15 . –
2486 . 15 . 10 × 7 = 17407 . 10 . 10
Lst. 248 . 13 . 7 × 5 = 1243 . 7 . 11
Lst 103254 . 13 . 9

II° Caso

Il moltiplicando è un nu-
mero intero ed il moltiplicatore è
un numero complesso.

In tal caso si può adoperare so-
lo il metodo delle parti aliquote,
e si opera come nel 1° caso, tenen-
do conto di questo, che se le parti si
calcolano nel moltiplicatore secon-
do la divisione delle metà di questo,

e risultano nei prodotti secondo la divisione delle unità del moltiplicando. Quindi per esempio

Lst. 1468 × Lib. 248. 7. 15. 16

364064				
734.	—	—	6 oncie	
122.	6.	8.	1	"
61.	3.	4.	10	denari
30.	11.	8.	5	"
3.	1.	2.	12	grani
1.	0.	$4 \frac{2}{5}$	4	"

Lst. 365016. 3. $2 \frac{2}{3}$

Altro esempio

Supponiamo che si abbia da moltiplicare tese 8974 piedi 5 pollici 7. linee 11 per 2897

Sappiamo che 1 tesa = 6 piedi
1 piede = 12 pollici
1 pollice = 6 linee

Tese 8974. 5. 7. 11 × 2897

62818
60766
71792
17948

1448. 3	— — — — —	3 piedi
965. 4		2 "
241. 2. 6		6 pollici
40. 1. 5		1 "
20. 0. 8. 6.		6 linee
10. 0. 4. 3.		3 "
6. 4. 2. 10		2 "
26000410. 4. 2. 7		

Abbiasi ora da moltiplicare
Lst 83, 14. 7. per 238
Si può ridurre il tutto in pence e poi moltiplicare per 238, indi ridurre di nuovo le pence in scellini e sterline. Dunque

83 × 20 + 14 = 1674 × 12 + 7 = 30095 ×

$\times 238 = 7162610$

$7162610 : 12 =$ Scell. $596884 + 2$ pence

Ora

$596884 : 20 =$ Lst $29844 + 4$ scellini

Sicchè

Lst $83.14.7 \times 238 =$ Lst $29844.4.2$.

III° Caso.

Il moltiplicando ed il moltiplicatore sono due numeri complessi

Esempio. — Una libbra costa lire toscane 57.15.8, quanto costeranno libbre 948 ed oncie 7?

L.T. $57.15.8 \times$ L.Tr. 948.7.

Qui bisognerà ~~considerare~~ considerare il moltiplicatore come astratto quindi ripetere il moltiplicando tante volte quante sono le unità del moltiplicatore. Quindi basterà moltiplicare prima

$57 \times 948 + 15 \times 948 + 8 \times 948$

ed ancora

$$57 \times \frac{7}{12} + 5 \times \frac{7}{12} + 8 \times \frac{7}{12}$$

Si avrà perciò

LS	57. 15. 8 × LS 948.7			
	456			
	228			
	513			
	474	— — —	per	10 soldi
	237	— — — —	"	5 "
	23. 14.	— — —	"	6 denari
	7. 18.	— — —	"	2 "
	28. 17. 10	— —	"	6 oncie
	4. 16. 3 4/6	—	"	1 "
LS	54812. 6. 1 2/3			

Altro esempio.

Una libbra costa LS 39.13.9, quanto costeranno libbre 374. oncie 4 denari 17.

./.

1 libbra = 12 oncie
1 oncia = 24 denari
1 denaro = 24 grani

LT. 39.13.9 × 374.4.17

3366
1122
187 ——————— per 10 soldi
37.8 ——————— " 2 "
18.14 ——————— " 1 "
9.7 ——————— " 6 denari
4.13.6 ——————— " 3 "
13.4.7 ——————— " 4 oncie
1.13 — 7/8 ——————— " 12 "
— 18 — 7/24 ——————— " 4 "
— 2 9 7/96 ——————— " 1 "

Divisione dei numeri complessi

1° Caso
Il dividendo è un numero com=

plesso ed il divisore un numero intero
Esempio — Distribuire egualmente fra 578 individui L.T. 38472.15.6
Qui bisognerà dividere il numero complesso per 578. — Innanzi tutto si dividono gli interi. Nella

L.T. 38472 . 15 s. 6 : | 578
66.11.2
3792
324×20+15
6495
715
137×12+6
1650
494

II° Caso

„Il dividendo è un numero intero ed il divisore un numero complesso„

Esempio — Libbre 934 oncie 5, e denari 20 costano L.T. 17348. Quanto costerà la libbra?

Il divisore che è un numero complesso lo si riduce nelle unità d'ordine inferiore quindi

$$934 \times 12 + 5 = 11213$$

che saranno le oncie

Ora $11213 \times 24 + 20 = 269132$

che potremo anche esprimere

$$\frac{269132}{288} \text{ di libbra}$$

Quindi:

$$17348 : \frac{269132}{288} = \frac{17348 \times 288}{269132} =$$

$$= 4996224 \quad \underline{|269132}$$
$$2304904 \qquad 18.10$$
$$-150848 \times 20$$
$$3016960$$
$$-225640 \times 12$$

III° Caso

Il Dividendo ed il divisore sono ambedue numeri complessi.

Esempio libbre 1438.9 costano L.S. 34726.18.8 Quanto costerà la libbra?

Si riduce in oncie il divisore e si avrà

$$1438 \times 12 + 9 = \frac{17265}{12} \text{ di libbra}$$

Ora si avrà

$$L.S.\ 34726.18.8 : \frac{17265}{12} = 416723.4.0$$

```
416723.4.0  | 17265
 71423      | 24.2.8
  2363×20+4
s. 47264
  12734×12
d. 152808
  -14688
```

Quadrati e radici quadrate

Il quadrato di una somma è eguale al quadrato della prima parte, più il doppio prodotto della prima per la seconda, più il quadrato della seconda

Infatti: abbiasi il binomio $a+b$ da innalzare a quadrato. Sarà lo

stesso che dire

$$(a+b)^2 = a+b \times a+b$$

ed eseguendo l'operazione si otterrà

$$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

e viceversa

$$(a-b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$$

per cui riunendo queste due espressioni in una sola potremo esprimere:

$$(a \pm b)^2 = a^2 + b^2 \pm 2ab.$$

Ma si potrebbe anche avere un binomio i cui termini fossero più complicati

così p.e. $(3a^2b + 4ac^3)$

Anche per questo la regola è la stessa, per cui si avrà

$$(3a^2b + 4ac^3)^2 = (3a^2b)^2 + (4ac^3)^2 +$$
$$+ 2(3a^2b)(4ac^3) = 9a^4b^2 + 16a^2c^6 +$$
$$+ 24a^3bc^3.$$

Il binomio poi può essere anche frazionario come:

$$\left(\frac{3a^2}{b}-\frac{4b}{x^3}\right)^2=\frac{9a^4}{b^2}+\frac{16b^2}{x^6}-\frac{8a^2}{x^3}$$

Questa regola può applicarsi anche ai numeri ed è importante per la scomposizione dei numeri stessi.

Quando si à un numero di una sola cifra, per innalzarlo a quadrato basta moltiplicarlo una volta per sè stesso. Ma avendo p. e. il 35, si può moltiplicarlo per sè stesso ed ottenere il suo quadrato, oppure posso scomporlo nei suoi elementi e quindi

$$35^2=(30+5)^2=900+2(30\times5)+$$
$$+25=900+300+25=1225$$

Così pure avendo $147^2=(140+7)^2=$ etc.

Stabilito ciò vediamo risultare il seguente

Corollario

„La differenza dei quadrati di due „
„numeri interi consecutivi è eguale

al doppio del più piccolo, aumentato di una unità.

Abbiasi un numero intero M. Il numero suo consecutivo, sarà M+1 Facendo il quadrato di m+1 si à

$(m+1)^2 = M^2 + 2M + 1;$

il quadrato di m è M^2 Facciamo ora la loro differenza e si avrà

$(M+1)^2 - M^2 = 2M + 1$

Così abbiamsi i numeri 8 e 7, i loro quadrati sono 64 e 49 e la loro differenza 15 Da cui si vede la verità del corollario, poichè 15 = al doppio di 7 che è il più piccolo dei due numeri dati, aggiuntavi l'unità

Quadrato di un prodotto.

Abbiasi il prodotto $a \times b \times c$
Facendone il quadrato si ha

$(a \times b \times c)^2 = (a \times b \times c)(a \times b \times c)$

Ma in questo prodotto io posso

invertire l'ordine dei fattori senza alterare il valore del prodotto, per cui potrò dire

$$a \times a \times b \times b \times c \times c = a^2 \times b^2 \times c^2$$

dunque il quadrato di un prodotto è eguale al prodotto del quadrato di ciascun fattore

Qui ne viene che per elevare a quadrato un numero basterà raddoppiare l'esponente dei fattori primi in cui esso può scomporsi

Abbiasi ad es: il numero 72 che scomposto nei suoi fattori primi è eguale a $2^3 \times 3^2$; per far quindi il quadrato di 72 basterà

$$72^2 = (2^3 \times 3^2)^2.$$

Ora per fare il quadrato d'un prodotto basta fare il quadrato dei singoli fattori come si à veduto precedentemente, dunque:

$$72^2 = (2^3 \times 3^2) = 2^6 \times 3^4$$

ciò che si voleva dimostrare

Teoremi relativi ai quadrati.

Teorema 1°

„Il quadrato d'un numero intero non può terminare per nessuna delle cifre 2. 3. 7. 8.—"

Infatti se il numero intero è d'una sola cifra basterà farne il quadrato e si vedrà allora per quale cifra termini. Se il numero è di più cifre lo si può scomporre nei suoi elementi e quindi siamo al caso di esaminare, come precedentemente, i quadrati delle 9 cifre significative

Ora questi quadrati sono:

0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
0.	1.	4.	9.	16.	25.	36.	49.	64.	81.

Da cui si vede chiaramente che il quadrato d'un numero intero non può terminare per nessuna delle cifre

2.3.7.8, ma bensì per 0.1.4.9.6.5

Di qui ne viene che un numero che termina o per 0 o per 5 à il suo quadrato che termina pure o con 0 o con 5

Teorema II°

Il quadrato di un numero intero non può terminare con un numero impari di zeri

Prima di tutto perchè il quadrato d'un numero termina con 0, bisogna che anche il numero termini per zero

Noi potremo indicare un numero che termina per zero colla formula generale $a \times 10^n$ ossia abbiamo di p. e.

$$3200 = 32 \times 10^2$$

Ora innalzando a quadrato $a \times 10^n$ si à

$$(a \times 10^n)^2 = a^2 \times 10^{2n}$$

Per cui se ancora il numero n fosse un numero dispari, moltiplicato per 2 diverrebbe pari e per conseguenza 10^{2n} è eguale ad un numero che à un numero pari di zeri

Teorema III°

„La condizione necessaria e sufficiente affinchè un numero intero sia il quadrato di un altro numero intero è che tutti i suoi fattori primi abbiano esponenti pari„

Sia N un numero intero che decomposto nei suoi fattori diventa

$$N = a^{2m} \times b^{2n} \times c^{2p}$$

Questo prodotto è evidentemente il quadrato del numero

$$(a^{m} \times b^{n} \times c^{p})$$

Per cui resta dimostrato che quando un numero à gli esponenti pari

dà origine ad un quadrato

Se poi a^{2m} venisse moltiplicato per b^{n} cioè per un numero con esponente impari, allora il prodotto non sarebbe divisibile per due e quindi non si avrebbe il numero che innalzato a quadrato ci riproduca il primo

Ecco adunque che perchè un numero intero sia il quadrato di un altro numero intero è necessario che tutti i suoi fattori primi abbiano esponenti pari

Corollario

Un numero intero che ammette un divisore primo p senza essere divisibile per il suo quadrato p^2 non può essere un quadrato

Infatti abbiasi il numero intero $N = a \times p$. in cui a è un numero qualunque. N adun=

que è eguale ad un prodotto in cui il fattore p è alla potenza 1 e quindi con un esponente dispari; per cui N non avendo i suoi fattori con esponente pari non può essere un quadrato

Teorema IV°

Il quadrato di una frazione non può essere un numero intero.

Sia $\frac{a}{b}$ una frazione ridotta alla sua più semplice espressione

$$\left(\frac{a}{b}\right)^2 = \frac{a}{b} \times \frac{a}{b} = \frac{a \times a}{b \times b} = \frac{a^2}{b^2}.$$

Ora a è primo con b dunque, dunque tutti i fattori primi di a non sono contenuti in b

Ma facendo il quadrato di a e di b non si fa che raddoppiare i loro fattori primi, che restano tuttavia identici e quindi se a è pri=

mo con b anche a^2 è primo con b^2. per conseguenza $\frac{a^2}{b^2}$ non può essere numero intero

Definizione della radice quadrata

L'operazione inversa dei quadrati è l'estrazione della radice quadrata

Estrarre la radice quadrata di un numero vuol dire risalire a quella quantità che moltiplicata per sè stessa dia il numero dato. Ora si può sempre fare il quadrato di un numero, ma non sempre si può estrarre la radice quadrata esattamente.

Quei numeri dai quali si può estrarre esattamente la radice quadrata diconsi quadrati perfetti nel caso contrario diconsi numeri in

commensurabili od irrazionali

La radice quadrata di un numero N che non è un quadrato perfetto si definisce dicendo che è — un numero incommensurabile maggiore dei numeri i cui quadrati sono inferiori ad N, e minore dei numeri i cui quadrati sono superiori ad N

Radice quadrata a meno di una unità

Estrarre la radice quadrata a meno di un'unità vuol dire trovare il massimo numero intero che sia contenuto nella radice quadrata di questo numero: essa è, per conseguenza, la radice del massimo quadrato intero contenuto nel numero considerato

Quando si à un numero non quadrato perfetto e si ricercano i due

numeri interi consecutivi tra i quadrati dei quali esso numero è compreso, si dice che si estrae la radice quadrata a meno di un'unità: — prendendo il minore si à la radice a meno di un'unità per difetto, prendendo il maggiore la radice a meno di una unità per eccesso.

Per esempio 145 è compreso fra

$144 (12^2)$ e $169 (13^2)$

12 sarà la radice a meno di una unità per difetto di 145; 13 la radice a meno di un'unità per eccesso; l'errore è in ogni caso minore di una unità. Per determinare poi il numero delle cifre della radice quadrata di un numero intero, consideriamo:

1° I numeri compresi tra 1 e 10 ànno i loro quadrati compresi fra 1 e 100. Fra uno e 10 sono compresi i numeri di una cifra, tra 1 e 100

quelli di una e due cifre

Quindi i numeri di una e di due ci-
fre ànno per radici quadrate numeri
di una cifra

2. I numeri compresi fra 10 e 100
anno i quadrati compresi tra 100 e 1000.
Quindi i numeri ~~compresi~~ di quattro e tre
cifre — tra 10000 e 100 — hanno radi-
ci quadrate comprese tra 100 e 10 cioè
aventi due cifre

Procedendo si trova in generale che i
numeri di $2n$ e $2n-1$ cifre, ànno ra-
dici quadrate di n cifre.

Fatta una tavola dei quadrati dei
nove primi numeri, si troverà agevol
mente la radice quadrata a meno di una
unità dei numeri di una o due cifre

Se si tratta di un numero frazio
nario, la sua radice quadrata a meno di
un'unità è eguale alla radice del massi
mo quadrato contenuto nella parte

intera ~~che~~ di esso.

Infatti, per esempio, la radice quadrata di 57.69 è compresa fra 7 e 8 essendo il numero compreso fra i due quadrati consecutivi 49 e 64, ma tra questi due numeri vi ànno tutti i numeri interi dal 50 al 63 e tutti i numeri frazionari che ànno parti intere eguali ad uno di essi: tutti questi ànno per radice quadrata a meno di un'unità il 7 essendo il 49 il maggior quadrato contenuto in essi.

Ora pei numeri di una o due cifre si trova facilmente la radice coll'ispezionare la tavola dei quadrati dei primi nove numeri; od il numero dato è eguale ad uno di essi ed è un quadrato perfetto o non lo è, e la sua radice sarà la radice del maggiore quadrato in esso numero contenuto

Veniamo ora ai numeri di tre o quattro cifre. La loro radice quadrata avrà

due cifre, sarà cioè un numero composto di decine ed unità.

Vogliasi per esempio la radice quadrata di 5867; chiaminsi a le decine, b le unità; la radice di 5867 si potrà rappresentare con

$$(a+b)$$

e si avrà

$$5867 = (a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

Ma a rappresentando le decine, evidentemente a^2 indicherà centinaja, per cui il quadrato del numero delle decine della radice sarà compreso nelle centinaja del radicale; e poichè questo contiene 58 centinaja, in esse saranno riunite le centinaja del quadrato delle decine e quelle provenienti dal doppio prodotto delle decine per le unità. Il massimo quadrato contenuto in 58 è 49, per cui la radice del numero dato avrà al più 7.

decine. Se dalle 58 centinaja leviamo le 49 provenienti dall'innalzare a quadrato le 7 decine della radice, rimangono 9 centinaja che unite alle 67 unità danno 967 unità in cui noi troviamo riuniti il doppio prodotto delle decine per le unità ed il quadrato delle unità – più quel resto che proviene dal non essere il 5867 quadrato perfetto — Si à dunque

$$a^2 + 2ab + b^2 = 58.67$$
$$a^2 \text{ - - - - - - - - } = 49.$$
$$2ab + b^2 = 967$$

Ora il prodotto delle decine per le unità termina certo con uno zero, perchè uno dei fattori di esso è 10, per cui nel numero delle decine di 967 sarà compreso il numero delle decine di questo prodotto suddetto: perciò se noi dividiamo il 96 numero delle decine pel doppio del 7, cioè pel doppio delle decine della

radice, avremo un quoziente eguale o maggiore della cifra delle unità, ma non certo minore

Dividendo il 96 per 14 si à un quoziente di 6, per cui la radice non sarà maggiore di 76 Ora trattasi di provare se il 6 è cifra troppo grande o nò.
Si à

$$967 = 2ab + b^2 = (2a + b)b.$$

Ora se noi facciamo il doppio delle decine e vi aggiungiamo le unità della radice, questo prodotto sarà eguale a 967 se 5867 è quadrato perfetto, sarà minore, se la cifra 6 va bene, sarà maggiore, se non va bene ed è troppo grande Se noi prendiamo ora il doppio della cifra delle decine e vi poniamo accanto la cifra delle unità, si à la somma $2a + b$. Infatti:

$$2 \times 70 + 6 = 140 + 6 = 146 \; (14 = 2 \times 7)$$

Ora nel caso nostro si à.

$$2 \times 70 + 6 = 146$$

che si deve moltiplicare per la cifra presunta delle unità. Si à

$$146 \times 6 = 876$$

Questo prodotto essendo minore di 967, la cifra 6 non è troppo grande; 76 è la radice del maggior quadrato contenuto in 5867 ed il resto è la differenza fra 967 e 876

$$967 - 876 = 91$$

L'operazione in pratica si dispone nel seguente modo

$$\begin{array}{r|l} 5867 & 76 \\ 967 & 146 \\ 91 & \end{array}$$

Ora si può estrarre la radice quadrata da un numero qualunque, con un numero qualunque di cifre

Consideriamo per esempio il numero 179358 Questo avrà per radice un numero di 3 cifre, per quanto fu già

osservato

In generale per trovare a priori il numero delle cifre di una radice quadrata di un numero qualsivoglia, lo si divide in membri binarii da destra verso sinistra, l'ultimo però sempre può essere anche di una sola cifra; il numero di essi è eguale al numero delle cifre della radice

La radice di 179388 à 3 cifre, centinaja, decine ed unità, il numero delle decine di essa à due cifre che innalzate a quadrato danno luogo ad un certo numero di centinaja compreso nelle centinaja del radicando.

Si estragga quindi la radice quadrata da 1793 che rientra nel caso precedente; si ànno 42 decine per la radice di 179388 ed un resto 29 per cui ripetendo il ragionamento già fatto si ha:

$$2958 = 2ab + b^2$$

Il doppio delle decine è 84, il quozien te di 295 diviso per 84 ſ3 si à

$$843 \times 3 = 2529,$$

per cui 3 è la cifra delle unità della radice di 179358 con resto

$$429 = (2958 - 2529)$$

179358	
1793	42
113	82.2.
29	

179358	423
193	82
2958	843
429	

È importante estrarre la radice quadrata con approssimazione espressa sotto forma di frazione

Vogliasi per esempio estrarre la radice quadrata di un numero N a meno di $\frac{1}{n}$

È evidente che si à

$$N = \frac{N \times n^2}{n^2}.$$

da cui

$$\sqrt{N} = \sqrt{\frac{N \times n^2}{n^2}}$$

e quindi

$$\sqrt{N} = \frac{\sqrt{N \times n^2}}{n}$$

Indichiamo con r la radice quadrata del prodotto $N \times n^2$ a meno di una unità, essa sarà compresa fra r^2 ed $(r+1)^2$ percui $\sqrt{N \times n^2}$ è compresa tra r ed $r+1$

Così $\sqrt{N}$ sarà compresa $\frac{r}{n}$ ed $\frac{r+1}{n}$, percui $\frac{r}{n}$ è un valore di $\sqrt{N}$ a meno di $1/n$

Per trovare adunque la radice quadrata d'un numero a meno di $1/n$ si moltiplica il numero per n^2 e si divide per n la radice quadrata del prodotto calcolata a meno di un'unità

Se si tratta di un numero frazionario si considera solo la parte intera; se si tratta d'una frazione propria l'approssimazione a cui si può giungere è di $1/m$ essendo m il denominatore della frazione; per giungervi basta

dividere per m la radice quadrata a meno di uno del prodotto dei due termini

Infatti si ha $\frac{a}{b} = \frac{ab}{b^2}$

quindi

$$\sqrt{\frac{a}{b}} = \sqrt{\frac{ab}{b^2}} = \frac{\sqrt{ab}}{\sqrt{b^2}}$$

Generalmente la frazione $1/n$ ha per denominatore una potenza di 10, ed assume la forma $\frac{1}{10^n}$ Allora

$$(10^n)^2 = 10^{2n}$$

per cui si moltiplica il radicale per 10^{2n}, cioè vi si aggiungono $2n$ zeri, ed estratta la radice del prodotto la si divide per 10^n, cioè si separano da destra a sinistra n cifre colla virgola

---

Progressioni Aritmetiche

Allorquando più quantità dipendono scambievolmente le une dalle altre secondo una data legge, si dice che esse formano una serie. Ed una progressione aritmetica, o per differenza è una serie di numeri tali, che la differenza fra ciascuno di essi ed il precedente è costante. E questa differenza si chiama o semplicemente differenza, ovvero ragione aritmetica della progressione

Così la serie naturale dei numeri interi

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. ......

è una progressione aritmetica di cui la ragione è uno.

Similmente la serie

3. 5. 7. 9. 11. 13. 15. ......

è una progressione aritmetica aven-

te 2 per ragione aritmetica.
La ragione di una progressione aritmetica si determina sempre sottraendo da un termine qualunque quello che lo precede. Se facendo questa operazione trovasi una differenza positiva, la progressione dicesi crescente; quando si trova una progressione differenza negativa la progressione è decrescente.
Così la serie
−6, −3, 0, +3 +6, +9 ......
è una progressione aritmetica crescente, avente per ragione +3; mentre la serie
16, 10, 4, −2, −8, −14 ......
è una progressione aritmetica decrescente che à per ragione −6.
In altri termini la progressione è detta crescente, quando i

suoi termini vanno aumentando;
è decrescente quando i suoi termini
vanno diminuendo

Per indicare in generale che le
quantità

$a_1, a_2, a_3, \ldots\ldots a_{n-2}, a_{n-1}, a_n \ldots\ldots$

formano una progressione aritmetica si scrive

$\div a_1 . a_2 . a_3 \ldots\ldots a_{n-2} . a_{n-1} . a_n$

Quindi si vede che i numeri scritti
al disotto della lettera a indicano il
posto occupato da ciascun termine
contando dalla sinistra

Da quanto precede segue che

Quattro termini consecutivi di
una progressione aritmetica formano un'equidifferenza

Intanto quando quattro numeri sono disposti in guisa che la somma dei medii sia eguale a quella
degli estremi, ossia quando la dif.

ferenza del 1° e 2° numero è eguale a quella fra il 3° ed il 4 allora si à una equidifferenza

Infatti abbiamti i quattro termini consecutivi

$$a_{n-1}, a_n, a_{n+1}, a_{n+2}$$

Siache:

$$a_n - a_{n-1} = \delta \quad \text{e che} \quad a_{n+2} - a_{n+1} = \delta$$

quindi

$$a_n - a_{n-1} = a_{n+2} - a_{n+1}$$

Ed invertendo avrò

$$a_n + a_{n+1} = a_{n+2} + a_{n-1}$$

Ecco quindi che la somma dei medii è eguale a quella degli estremi

Teorema 1°

Un termine qualunque di una progressione aritmetica è eguale al primo termine più tante volte la ragione quanti sono i termini che lo precedono; ed è eguale all'ul

simo meno tante volte la differenza quanti sono i termini che lo seguono

Sia δ la ragione aritmetica della progressione

$$\div a_1 . a_2 . a_3 \dots a_{n-2} . a_{n-1} . a_n$$

di cui si supponga che a_1 ed a_n siano il primo e l'ultimo termine, e proponiamoci di trovare l'espressione del posto m cioè a_m

Noi abbiamo per definizione

$$a_2 = a_1 + \delta ; a_3 = a_2 + \delta ; a_4 = a_3 + \delta$$

fino a che si arrivi al termine di posto m quindi

$$a_{m-2} = a_{m-3} + \delta ; a_{m-1} = a_{m-2} + \delta ; a_m = a_{m-1} + \delta$$

Sommando membro a membro queste eguaglianze si à

$$a_2 + a_3 + a_4 \dots + a_{m-2} + a_{m-1} + a_m =$$

$$= a_1 + a_2 + a_3 + a_{m-3} + a_{m-2} + a_{m-1} \quad \text{più}$$

δ ripetuto $m-1$ volte
Quindi si à

$$a_m = a_1 + (m-1)\delta \text{..........} (1)$$

2) Abbiamo similmente che

$$a_{n-1} = a_n - \delta ;\ a_{n-1} - \delta \text{......}$$
$$a_{m+1} = a_{m+2} - \delta ;\ a_m = a_{m+1} - \delta .$$

Il numero di queste eguaglianze è evidentemente $n-m$ sommandole quindi membro a membro e toglien do i termini comuni si à

$$a_m = a_n - (n-m)\delta$$

Ora il termine a_m ne à $m-1$ avan ti a sé, ed $n-m$ dopo di sé: dunque le eguaglianze trovate dimostrano il teorema.

Dalla formula (1) risulta potersi ottenere una qualunque delle quat tro quantità

$$a_1,\ a_m,\ m,\ \delta$$

quando si considerano le altre tre

per cui si à

$$a_m = a_1 + (m-1)\delta \text{ ------ } (1)$$

$$a_1 = a_m - (m-1)\delta \text{ ------ } (2)$$

$$\delta = \frac{a_m - a_1}{m-1} \text{ ------ } (3)$$

$$m = \frac{a_m - a_1}{\delta} - 1 \text{ ------ } (4)$$

Corollario

I termini d'una progressione aritmetica crescente vanno aumentando fino a divenir maggiori di qualsiasi quantità data.

Infatti perchè un termine qualunque a_m sia maggiore d'una quantità data qualsiasi N, conviene che sieno soddisfatte le disuguaglianze seguenti:

$$a_m > N$$

$$a_1 + (m-1)\delta > N$$

$$(m-1)\delta > N - a_1$$

$$m-1 > \frac{N-a_1}{\delta}.$$

ed infine

$$m > \frac{N - a_1}{\delta} + 1$$

Poichè si potrà sempre avere un numero di termini tanto grande che sia maggiore di

$$\frac{N - a_1}{\delta} + 1$$

è chiaro che la progressione aritmetica è senza limite.

Teorema II°

In ogni progressione aritmetica la somma di due termini equidistanti dagli estremi è costante ed eguale alla somma degli estremi.

I termini equidistanti dagli estremi essendo quelli che ànno uno egual numero di termini avanti e dopo; indicheremo due termini equidistanti con

a_m ; ed $a_{n-(m-1)}$ perchè

il primo è preceduto, il secondo se-

guito da $(m-1)$ termini.

Ora secondo le formule che abbiamo già date si à

$$a_m = a_1 + (m-1)\delta$$

$$a_{n-1(m-1)} = a_{n-(m-1)\delta}$$

Sommando le due eguaglianze membro a membro si à

$$a_m + a_{n(m-1)} = a_1 + a_n$$

ciò che dimostra il teorema

Da qui ne viene poi, che se il numero dei termini di una progressione aritmetica è dispari, il termine di mezzo è uguale alla semisomma degli estremi

Infatti se n è il numero dispari dei termini, è facile verificare il che il posto del termine medio è $\frac{n+1}{2}$ e che esso termine è preceduto da $\frac{n+1}{2} - 1 = \frac{n+1-2}{2} = \frac{n-1}{2}$

termini, e seguito da altrettanti
Si à quindi dalla formula (1)

$$a_{\frac{n+1}{2}} = a_1 + \left(\frac{n-1}{2}\right)\delta$$

ed anche

$$a_{\frac{n+1}{2}} = a_n - \left(\frac{n-1}{2}\right)\delta$$

Da cui mediante la somma fiha:

$$2a_{\frac{n+1}{2}} = a_1 + a_n$$

ed infine

$$a_{\frac{n+1}{2}} = \frac{a_1 + a_n}{2}$$

Teorema III°

La somma di n termini di u=
na progressione aritmetica è u=
guale alla semisomma degli estre=
mi moltiplicata pel numero dei
termini

Sia la progressione aritmeti=
ca:

$\div\, a_1 . a_2 . a_3 \ldots\ldots a_{n-2} . a_{n-1} . a_n$
che supponiamo al termine n^{esimo},
e la cui ragione aritmetica sia δ.
Chiamando S la somma degli n
termini si hanno le seguenti ugua-
glianze

$$S = a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a_{n-2} + a_{n-1} + a_n$$

e viceversa

$$S = a_n + a_{n-1} + a_{n-2} + \ldots + a_3 + a_2 + a_1$$

Mediante la somma si ha

$$2S = (a_1 + a_n) + (a_2 + a_{n-1}) + (a_3 + a_{n-2}) +$$

$$+ (a_{n-2} + a_3) + (a_{n-1} + a_2) + (a_n + a_1).$$

Osservando poi questi gruppi si ve-
de che il primo e l'ultimo rappre-
sentano la somma degli estremi,
gli altri la somma di termini e-
quidistanti da essi e perciò eguale
alla loro somma.

Poichè questi gruppi sono in numero di n si avrà

$$2S = (a_1 + a_n) n$$

cioè

$$S = \frac{a_1 + a_n}{2} n \text{ .... } (5)$$

Questa formula può servire a trovare due espressioni importanti, quella della somma dei numeri naturali e dei numeri dispari

Pei numeri naturali a_1 è 1, a_n è uguale ad n, numero dei termini che si ~~avrà~~ considerano, per cui si ha:

$$S = \frac{1+n}{2} n = \frac{n^2+n}{2}$$

Quanto ai numeri dispari si ha $a_1 = 1$ e per trovare il valore di a_n si avrà

$$a_n = a_1 + (n-1)\delta$$

Ora $\delta = 2$, n è il numero dei termini che si considerano, per cui si a:

$$a_n = 1 + (n-1)2 = 1 + 2n - n = 2n - 1$$

Per cui è

$$S = \frac{1 + 2n - 1}{2} n = n^2$$

La somma adunque di n numeri dispari consecutivi è eguale al quadrato del loro numero

Questo teorema servì a Galileo per dimostrare che gli spazii percorsi da un grave che cade sono proporzionali da un lato alla serie dei numeri dispari, dall'altro ai quadrati dei tempi impiegati a percorrerlo.

Se tre numeri sono in progressione aritmetica, il termine medio dicesi medio aritmetico tra i due estremi; esso è eguale alla semisomma degli estremi stessi; poichè indicando con a, b, c, i termini di questa progressione, si à

$$a - b = b - c$$

da cui

$$2b = a + c$$

ed infine

$$b = \frac{a+c}{2}$$

Quando si ànno più numeri in progressione aritmetica, quelli che sono compresi tra due estremi diconsi medii aritmetici proporzionali, o medii differenziali

Sorge quindi il problema della inserzione di m medii differenziali tra due numeri dati. Si tratta di formare una progressione aritmetica di $m+2$ termini i cui due estremi siano i due numeri dati

Convien cercare la differenza della progressione; consideriamo la formula (3) e chiamiamo a ed l i due numeri estremi, si ha:

$$\delta = \frac{l-a}{m+1}$$

perchè

$$a_1 = a$$
$$a_n = l$$
$$n = m+2$$
$$n-1 = m+1$$

Trovata la differenza, con semplici somme si trovano i varii medii

Teorema IV°

Se fra i termini d'una progressione aritmetica si inserisce lo stesso numero di medii, si formano tante progressioni parziali che nel loro insieme costituiscono una progressione unica

Si consideri la progressione

$$\div a_1 . a_2 . a_3 . \ldots\ldots a_{n-1} . a_n$$

la cui differenza sia δ

Se si inserisce tra a_1 ed a_2, tra a_2 ed a_3 ...... tra a_{n-1} ed a_n un egual numero di medii per esempio m, le differenze saranno frazio

ni in cui il denominatore comune è $m+1$ ed il numeratore è eguale alla differenza de' due termini consecutivi; benchè questi siano diversi in ciascuno, sia la loro differenza sempre eguale a δ, per cui la ragione di ciascuna progressione parziale è $\frac{\delta}{m+1}$

Poichè l'ultimo termine di ciascuna progressione è il primo della successiva, le progressioni parziali formano una progressione unica e sola avente per ragione $\frac{\delta}{m+1}$

Teorema V°

Sommando termine a termine due o più progressioni aritmetiche si ottiene una nuova progressione che à per ragione aritmetica la somma delle differenze delle progressioni parziali considerate

Abbiansi le due progressioni

$\div a.b.c.d \ldots\ldots l.m.$ (diff^{za}) δ.

$\div a_1 b_1 c_1 d_1 \ldots\ldots l_1 m_1$ " δ_1

Si avrà per definizione

$$b = a + \delta$$

$$b_1 = a + \delta_1$$

$$c = b + \delta \ldots\ldots m = l + \delta$$

$$c_1 = b_1 + \delta_1 \ldots\ldots m_1 = l_1 + \delta_1$$

la cui somma è

$$b + b_1 = a + a_1 + (\delta + \delta_1)$$

$$c + c_1 = b + b_1 + (\delta + \delta_1)$$

$$m + m_1 = l + l_1 + (\delta + \delta_1)$$

Poichè ciascuna somma si ottiene aggiungendo alla successiva la quantità costante $\delta + \delta_1$, le somme stesse formano una progressione aritmetica di cui $\delta + \delta_1$ è la differenza

Dicasi il medesimo se si considerano più proporzioni, e la differenza tra i termini corrispondenti inve=

ce che da loro somma.

Progressioni Geometriche

Una progressione geometrica o per quo-
ziente, è una serie di numeri tali, che
il quoziente della divisione di ciascuno
di essi nel precedente è costante, os-
sia allorchè i termini di cui si compone
sono tali, che ciascuno di essi si ottiene
moltiplicando il precedente per una
quantità costante.

Così la serie

1.2.4.8.16.32.....

è una progressione geometrica di
cui il fattore costante dicesi ragio-
ne della progressione. – La ragione
di una progressione ~~si determina~~ geo-
metrica si determina dividendo un
termine qualunque per quello da cui
è preceduto Se facendo questa operazio

zione si trova un quoziente maggiore di uno, la progressione è crescente; se il quoziente risulta minore d'uno, la progressione è decrescente

Così la serie

1. 2. 4. 8. 16. 32. ———

è una progressione geometrica crescente di cui la ragione è 2; la serie:

1458. 162. 54. 18. 6. 2. ———

è una progressione geometrica decrescente avente per ragione $1/3$

Per indicare che le quantità

a_1, a_2, a_3 ——————— a_n

formano una progressione geometrica si scrive

$\div\div a_1 : a_2 : a_3 : \ldots\ldots : a_{n-2} : a_{n-1} : a_n$

Da quanto precede risulta che:

Quattro termini consecutivi di una progressione geometrica qualunque formano una proporzione; cioè essi sono quattro termini

che, moltiplicando i medj fra loro, danno lo stesso prodotto che quello degli estremi

Si abbiano i termini consecutivi

a_m, a_{m+1}, a_{m+2}, a_{m+3}

Per definizione si à

$$\frac{a_{m+1}}{a_m} = \frac{a_{m+3}}{a_{m+2}}$$

e riducendo allo stesso denominatore si ha: $a_{m+1} \times a_{m+2} = a_m \times a_{m+3}$

Teorema 1°

In ogni progressione geometrica un termine di posto qualunque eguaglia il primo moltiplicato per la ragione elevata ad una potenza di grado eguale al numero dei termini che lo precedono; ed è eguale all'ultimo diviso per la ragione elevata ad una potenza di grado eguale al numero dei termini che lo seguono

Sia la progressione

$\div\!\div a_1 : a_2 : a_3 : \ldots\ldots : a_{n-2} : a_{n-1} : a_n$

di cui la ragione sia q e supponiamo che a_1 ed a_n sieno il primo e l'ultimo termine.

Proponiamoci di trovare il valore del termine di posto m indicato da a_m

1° Noi abbiamo per definizione

$$a_2 = a_1 q \quad , a_3 = a_2 q ; a_4 = a_3 q \ldots\ldots$$
$$\ldots\ldots a_{m-1} = a_{m-2} q ; a_m = a_{m-1} q$$

Moltiplicando membro a membro queste eguaglianze e sopprimendo i fattori comuni si ha $a_m = a_1$ moltiplicato per q ripetuto $m-1$ volte che è il numero dei termini che precedono a_m quindi:

$$a_m = a_1 q^{m-1} \ldots\ldots (1)$$

2 Per la definizione stessa, si può ancora scrivere

$$a_{n-1} = \frac{a_n}{q} ; a_{n-2} = \frac{a_{n-1}}{q} \ldots\ldots a_{m+1} = \frac{a_{m+2}}{q} ;$$

$\frac{a_{m+1}}{q}$. — Il numero dei termini che seguono il termine a_m è $n-m$, dunque moltiplicando membro a membro queste eguaglianze e sopprimendo i fattori comuni trovasi

$$a_{n-1} \times a_{n-2} \ldots \times a_{m+1} \times a_m = \frac{a_n \times a_{n-1} \times a_{m+2} \times a_{m+1}}{q^{n-m}}$$

ossia

$$a_m = \frac{a_n}{q^{n-m}}$$

Con ciò resta dimostrato il teorema. Dalla formula (1), che noi potremo anche cambiare, supponendo che a_m sia l'ultimo termine, in

$$a_n = a_1 \times q^{n-1},$$

risulta che si possono trovare i valori delle tre quantità a_1, q, n; quando sieno note le altre e quindi

$$a_n = a_1 \times q^{n-1} \text{ ———— } (1)$$

$$a_1 = \frac{a_n}{q^{n-1}} \text{ ———— } (2)$$

$$q = \sqrt[n-1]{\frac{a_n}{a_1}} \text{ ———— } (3)$$

$$n-1 = \frac{\log a_n - \log a_1}{\log q} \text{ ———— } (4)$$

ed ancora

$$n = \frac{\log a_n - \log a_1}{\log q} + 1 \text{ ———— } (4 \text{ bis})$$

Osservazione 1ª

I termini di una progressione geometrica crescente aumentano indefinitamente

Si abbia la progressione geometrica crescente

$$\div\div\ a_1 : a_2 : a_3 : a_4 \text{ ......}$$

di cui la ragione sia q

Io potrò anche scrivere

$$\div\div\ a_1 : a_1 \times q : a_1 \times q_2 : a_1 \times q_3 : \text{ .... } : a_1 q_{n-1} : a_1 q_n \text{ ......}$$

Ora siccome la progressione è cre=

scente sarà $q>1$. E se $q>1$ allora q sarà eguale all'unità più a qualche cosa che sarà una quantità positiva e che noi chiameremo α; allora

$$q = 1 + \alpha$$

Consideriamo ora le successive potenze di q che dovranno formare una progressione geometrica crescente, cioè;

$$\div\div 1 : q : q^2 : q^3 : q^4 : \ldots q^{n-1} : q^n$$

e poichè $q = 1+\alpha$ sostituendo si avrà

$$\div\div 1 : (1+\alpha) : (1+\alpha)^2 : (1+\alpha)^3 : \ldots\ldots$$
$$\ldots\ldots (1+\alpha)^{n-1} : (1+\alpha)^n \ldots\ldots (A)$$

Ora si potranno esprimere due consecutive potenze di q coi due termini seguenti

$$(1+\alpha)^n,\ (1+\alpha)^{n+1}$$

Ma

$$(1+\alpha)^{n+1} = (1+\alpha)^n \times (1+\alpha)$$

e sviluppando si à

$$(1+\alpha)^{n+1} = (1+\alpha)^n + a(1+\alpha)^n.$$

(Segue al fasc. 3°)

Algebra

Progressioni geometriche (continuazione)

Ora la differenza di queste due consecutive potenze di q sarà
$$(1+d)^{n+1}-(1+d)^n=(1+d)^n+d(1+d)^n-(1+d)^n=$$
$$=d(1+d)^n$$
Dunque la differenza di due potenze consecutive di q è $d(1+d)^n$.

Ora se $1+d$ è >1, come lo si vede chiaramente, anche $(1+d)^n>1$, perchè una quantità maggiore di 1 elevata a potenza, dà una quantità maggiore della unità.

Da ciò risulta che la differenza di due termini consecutivi della progressione (A) è maggiore di d, purchè questi due termini non siano i

primi la cui differenza è a Chiamando D questa differenza si avrà

$$D > a$$

Ciò posto consideriamo la progressione aritmetica:

$$\div 1 . (1+a) . (1+2a) . (1+3a) \ldots\ldots (n) \ldots\ldots\ldots (\beta)$$

La differenza fra due termini consecutivi di questa progressione è a, mentre quella della progressione A è $> a$ dunque i termini di quest'ultima sono necessariamente più grandi di quelli che occupano il medesimo posto nella progressione (β); eccettuati i primi due che sono eguali Ma si è provato, che i termini di una progressione aritmetica aumentano indefinitamente fino a divenire più grandi di qualunque quantità data; a più forte ragione avverrà dunque lo stesso dei termini della progressione geometrica (A)

Ma un termine qualunque di

una progressione geometrica è espres-so da

$$a_m = a_1 q^{m-1}$$

ossia sostituendo a q il suo valore

$$a_m = a_1 (1+a)^n$$

ed abbiamo dimostrato che allorquando n cresce indefinitamente, $(1+a)^n$ aumenta pure indefinitamente: ne segue quindi che anco il prodotto $a_1 (a+a)^n$ avrà la stessa proprietà, e perciò i termini di una progressione geometrica crescente aumentano indefinitamente

Osservazione IIª

I termini di una progressione geometrica decrescente tendono verso zero prolungando indefinitamente la progressione

Abbiasi la progressione geometrica decrescente

$$\div\div a_1 : a_2 : a_3 : a_4 \ldots\ldots$$

di cui la ragione sia q

La progressione essendo decrescente si à che essa è eguale all'altra

$$\div\div a_1 : \frac{a_1}{q} : \frac{a_1}{q_2} : \frac{a_1}{q_3} \ldots\ldots \frac{a_1}{q_n}$$

Ora la ragione di questa progressione è $\frac{1}{q}$ percui sarà $q > 1$. e quindi

$$\frac{1}{q} = \frac{1}{1+d}$$

e perciò la progressione suddetta si cambia nella seguente

$$\div\div a_1 : \frac{a_1}{(1+d)} : \frac{a_1}{(1+d)^2} : \frac{a_1}{(1+d)^3} \ldots\ldots \frac{a_1}{(1+d)^n}$$

Allora la formula (1) somministra per espressione di un termine qualunque la quantità

$$\frac{a_1}{(1+d)^n}$$

e siccome il denominatore $(1+d)^n$ cresce indefinitamente al crescere indefinitamente di n, così il valore della frazione

$$\frac{a_1}{(1+d)^n}$$

tende a zero, poichè in essa resta costan
te il numeratore, ed il denominato
re può crescere indefinitamente

Teorema II

In ogni progressione geometrica il
prodotto di due termini qualunque
equidistanti dagli estremi è costan
te, ed eguale al prodotto di questi e
stremi.

Abbiasi la progressione

$$\div\div a_1 : a_2 : a_3 : \dots : a_{n-1} : a_n$$

Un termine qualunque a_m ne avrà
$m-1$ avanti a sè, e quello che è equi
distante dall'estremo a_n, dovendo
ne avere $m-1$ dopo di se, sarà espres
so da

$$a_{n-(m-1)}$$

Per la formula si à che

$$a_m = a_1 q^{m-1}$$

e per la formula successiva si tro
va:

$$a_{n-(m-1)} = \frac{a_1}{q^{m-1}}$$

Moltiplicando fra loro i termini di queste due eguaglianze si à

$$a_m \times a_{n-(m-1)} = a_1 \times a_n$$

come si doveva dimostrare

Ricerca del prodotto di n termini di una progressione.

Abbiasi la progressione

$$\div\div a_1 : a_2 : a_3 : a_4 : \ldots\ldots a_{n-2} : a_{n-1} : a_n$$

la cui ragione è q

Indicando con P il prodotto di tutti i termini di questa progressione si avrà

$$P = a_1 \times a_2 \times a_3 \times a_4 \ldots\ldots \times a_{n-2} \times a_{n-1} \times a_n.$$

E viceversa cambiando l'ordine dei fattori

$$P = a_n \times a_{n-1} \times a_{n-2} \times \ldots \times a_4 \times a_3 \times a_2 \times a_1$$

Moltiplicando membro a membro

queste due eguaglianze, trovasi

$$P^2 = (a_1 \times a_n)(a_{n-1} \times a_2)(a_{n-2} \times a_3) \dots (a_3 \times a_{n-2})$$
$$(a_2 \times a_{n-1})(a_1 \times a_n)$$

Ma osservando questi gruppi si vede che il primo e l'ultimo rappresentano il prodotto degli estremi, gli altri il prodotto di termini equidistanti da essi e perciò eguale al prodotto degli estremi.

Ora questi gruppi sono in numero di n, e quindi

$$P^2 = (a_1 \times a_n)^n$$

e quindi

$$P = \sqrt{(a_1 \times a_n)^n} \dots \dots (5)$$

Da ciò si rileva che: il prodotto di un numero qualunque n di termini di una progressione geometrica è eguale alla radice quadrata della potenza n^{esima} del prodotto del primo e dell'ultimo.

Ricerca della somma di n termini di una progressione geometrica

Abbiasi la progressione:

$$\div\!\div\, a_1 : a_2 : a_3 : a_4 : \ldots\ldots : a_{n-1} : a_n$$

Per definizione si ha:

$$a_2 = a_1 q, \quad a_3 = a_2 q \;; \quad a_4 = a_3 q \ldots$$

$$\ldots\ldots a_{n-1} = a_{n-2}\, q; \; a_n = a_{n-1}\, q.$$

Sommando membro a membro queste eguaglianze si à

$$a_1 q + a_2 q + a_3 q \ldots\ldots + a_{n-2}\, q + a_{n-1}\, q = a_2 + a_3 + a_4 \ldots\ldots + a_{n-1} + a_n$$

Raccogliamo q a fattor comune nel primo membro della equazione

$$q(a_1 + a_2 + a_3 \ldots\ldots + a_{n-2} + a_{n-1}) =$$

$$= a_2 + a_3 + a_4 \ldots\ldots + a_{n-1}\; a_n$$

Ma osservo che nel primo membro di questa equazione vi sono tutti i termini eccetto l'ultimo, per cui chiamando S la somma =

e che nel secondo manca il primo termine; $\int$ dei termini del primo membro ed S pure quella dei termini del secondo si avrà

$$(S - a_n)q = S - a_1$$

e sviluppando

$$Sq - a_n q = S - a_1$$

$$Sq - a_n q - S = -a_1$$

$$Sq - S = a_n q - a_1$$

e raccogliendo S a fattore comune.

$$S(q-1) = a_n q - a_1$$

$$S = \frac{a_n q - a_1}{q-1} \quad \ldots\ldots (6)$$

Da cui risulta che la somma di un numero n di termini di una progressione geometrica è eguale alla differenza del primo termine e dell'ultimo moltiplicato per la ragione, divisa per la ragione meno una unità.

Siccome poi

$$a_n = a_1 q^{n-1}$$

sostituendo nella formula precedente questo valore si à

$$S = \frac{a_1 q^{n-1} \times q - a_1}{q-1}$$

Raccogliendo a_1 a fattor commune si ottiene

$$S = \frac{a_1 (q^n - 1)}{q-1} \quad \text{------} \quad (7)$$

Quando si tratti d'una progressione decrescente per avere direttamente il risultato positivo i segni essendo q in valore assoluto, senza considerare il segno minore di 1 si ha ciò

$$S = \frac{a_1 - a_n q}{1-q} = \frac{a_1 (1-q^n)}{1-q}$$

Noi possiamo anche porre S sotto l'espressione di una differenza

$$S = \frac{a_1}{q} - \frac{a_n q}{1-q}$$

Ora il sottraendo $\frac{a_1}{1-q}$ è sempre co
stante perchè a_1 il primo termine
e q la ragione non variano mai, in
vece col variare del numero dei ter
mini varia l'ultimo termine a_n
ed anche il prodotto $a_n q$ percui il
numeratore del diminuendo dimi
nuisce col numero dei termini e
poichè i termini vanno dimi=
nuendo infinitamente il solo li
mite è zero, quando il numero
dei termini sarà infinitamente
grande il numeratore del dimi
nuendo è infinitamente picco
lo e si può considerare nullo di
confronto al valore costante del
sottraendo, per cui quando si con
sideri un numero di termini in
finito si à che S si avvicina mol
to ad

$$\frac{a_1}{1-q}$$

e questo è il limite che non può ol trepassare ed a cui non giunge mai; per cui la somma di un numero infinito di termini d'una progressio ne geometrica decrescente si può es. esprimere con grande approssimazio ne col quoziente della divisione del pri mo termine per la differenza fra l'u: nità e la ragione

$$L = \frac{a_1}{1-q}$$

(Dimostrazione teorica dell'impossibilità di un vuoto perfetto nella macchina pneumatica).

Generatrici delle frazioni periodiche

Esempio: - Si può porre:

$$0.7272 \ldots\ldots = \frac{72}{10^2} + \frac{72}{10^4} + \frac{72}{10^6} \ldots$$

Da ciò la generatrice è eguale al limite

$$L = \frac{\frac{72}{10^2}}{1-\frac{1}{10^2}} = \frac{72}{99}$$

Quando tre termini sono in una pro
gressione geometrica il termine di mez
zo dicesi <u>proporzionale medio</u> tra gli al
tri due ed è eguale alla radice quadrata
del loro prodotto.

Infatti siano a, b, c, i termini del
la progressione geometrica

$$\because a : b : c : \text{—}$$

Si à per definizione

$$\frac{b}{a} = \frac{c}{b}$$

da cui riducendo allo stesso denomi
natore comune ab si à

$$b^2 = ac$$

ed infine

$$b = \sqrt{ac}$$

In generale in una progressione
si chiamano estremi i due ter
mini che la chiudono e medii pro
porzionali tutti gli altri. Quindi
sorge il problema:

Inserire tra due numeri dati

m medii proporzionali, cioè formare una progressione geometrica di m+2 termini di cui i due numeri dati sieno gli estremi

Vogliasi inserire un numero m di medii proporzionali tra due numeri a ed l. Ricorreremo alla formula (3) per avere q, conoscendo i due estremi a ed l, ed il numero m+2 dei termini della progressione si à

$$q=\sqrt[n-1]{\frac{a_n}{a_1}} \quad \text{---} (3)$$

da cui

$$q=\sqrt[m+1]{\frac{l}{a}}$$

Trovato q con semplici moltiplicazioni si àmo i termini successivi della progressione richiesta

Teorema IIIº

In una progressione geometrica inserendo fra i termini consecutivi un'egual numero di medii, le pro

progressioni parziali che si ottengono formano una progressione unica

Sia la progressione:

$$\div\div a_1 : a_2 : a_3 \ldots\ldots : a_{n-1} : a_n$$

la cui ragione è q

Inserendo tra a_1 ed a_2; a_2 ed a_3; a_3 ed a_4 ecc un egual numero di medii proporzionali p. e. m le ragioni di ciascuna progressioni si possono esprimere colla formula

$$\sqrt[m+1]{\frac{a_{n+1}}{a_n}}$$

essendo a_{n+1} ed a_n termini consecutivi.

Ora il quoziente di due termini consecutivi è sempre q per cui la ragione di ciascuna progressione è

$$\sqrt[m+1]{q}$$

Poichè l'ultimo termine di ciascuna progressione è il primo della successiva, le progressioni parziali formano

una progressione unica avente per ragione

$$\sqrt[n+1]{q}$$

Teorema IV

Moltiplicando i termini corrispondenti di due o più progressioni geometriche tra loro si forma una nuova progressione la cui ragione è eguale al prodotto delle ragioni delle progressioni considerate

Siano le due progressioni geometriche:

$$\div a_1 : a_2 : a_3 : a_4 : a_5 \ldots\ldots : a_{n-1} : a_n \ldots q \text{ (ragione)}$$
$$\div b_1 : b_2 : b_3 : b_4 : b_5 \quad : b_{n-1} : b_n \quad q_1 \text{ (")}$$

Sià per definizione

$$a_2 = a_1 q, \quad a_3 = a_2 q, \quad a_4 = a_3 q \ldots\ldots$$
$$\ldots\ldots a_{n-1} = a_{n-2} q, \quad a_n = a_{n-1} q; \quad b_2 = b_1 q_1,$$
$$b_3 = b_2 q_1; \quad b_4 = b_3 q_1 \ldots\ldots \quad b_{n-1} = b_{n-2} q_1;$$
$$b_n = b_{n-1} q_1.$$

Da cui mediante il prodotto dei membri corrispondenti sià

$$a_2 b_2 = a_1 b_1 (qq_1); \quad a_3 b_3 = a_2 b_2 (qq_1);$$
$$a_4 b_4 = a_3 b_3 (qq_1) \text{———}$$
$$\text{———} a_n b_n = a_{n-1} b_{n-1} (qq_1).$$

Ciascuno dei termini di questa serie si ottiene moltiplicando il precessivo per la quantità qq_1 — prodotto delle due ragioni —, per cui essi formano una progressione geometrica di cui la ragione è qq_1 come doveva si dimostrare

Ugualmente si dimostrerebbe per la divisione dei termini corrispondenti di due progressioni, e per l'elevamento a potenza od estrazione di radice dai termini di una stessa progressione

Sicchè si avrebbe:

„Dividendo i termini di u„
„na progressione geometrica pei„
„termini corrispondenti di un'altra„

„ progressione geometrica, i quozienti
„ formano una nuova progressione
„ geometrica avente per ragione il
„ quoziente delle ragioni delle due pro
„ gressioni date„

Le potenze d'egual grado di tutti i termini d'una progressione geometrica, formano una progressione geometrica avente per ragione la potenza eguale della ragione della progressione considerata.

Le radici d'un medesimo indice di tutti i termini d'una progressione geometrica formano una progressione geometrica avente per ragione la medesima radice della ragione della progressione data.

Teoria dei logaritmi

Proprietà generali.

Le operazioni che si fanno sui numeri sono sei, delle quali tre sono dirette e tre inverse

Sono dirette, l'addizione, la moltiplicazione e l'innalzamento a potenza, sono inverse la sottrazione, la divisione, e l'estrazione delle radici.

La sottrazione è l'operazione inversa dell'addizione, la divisione inversa della moltiplicazione, l'estrazione delle radici inversa dell'innalzamento a potenza

Si ànno così tre ordini di operazioni, ciascuno dei quali comprende un'operazione diretta ed una inver

sa.

Le operazioni di primo ordine sono: l'ad
dizione e la sottrazione; le operazioni
di secondo ordine sono la moltiplicazio
ne e la divisione, e queste riescono più
difficili delle precedenti. Le operazio
ni di terzo ordine sono l'innalzamen
to a potenza e l'estrazione delle radici,
molto più faticose di quelle di secondo
ordine.

I logaritmi sono numeri me
diante i quali le operazioni di secon
do ordine possono eseguirsi mediante
quelle di primo ordine, e le operazio
ni del terzo ordine mediante quel-
le di secondo

La scoperta di questi numeri è
dovuta al geometra scozzese Napier
(Nepero in italiano)(?) il quale forse po
tè dedurla dalla relazione che si ma-
nifesta fra le operazioni da effet-

trovarsi per determinare certe quantità delle progressioni aritmetiche e quelle che occorrono per determinare le quantità corrispondenti nelle progressioni aritmetiche

Così mentre un termine qualunque a_m in una progressione geometrica è dato dalla formula

$$a_m = a_1 \cdot q^{m-1}$$

il termine dello stesso posto in una progressione aritmetica è dato da

$$a_m = a_1 + (m-1)q$$

essendo q la ragione nell'una e nell'altra progressione, e si vede che la moltiplicazione indicata dall'espressione

$$a_1 : q^{m-1}$$

pel termine della progressione geometrica trovasi sostituita in una somma nell'espressione

$$a_1 + (m-1)q.$$

nel termine della progressione aritmeti=

ca

Così pure si vede che l'innalzamento a potenza di q^{n-1} nella prima, è sostituita da una semplice moltiplicazione $(n-1)q$ nella seconda

Parimenti se noi consideriamo il valore della ragione

$$q = \sqrt[n-1]{\frac{a_n}{a_1}}$$

d'una progressione geometrica e quello della ragione

$$q = \frac{a_n - a_1}{n-1}$$

troviamo la divisione cambiata in differenza, l'estrazione di radice cambiata in una semplice divisione

Lo stesso potrebbesi ripetere confrontando le due formule

$$P = \sqrt{(a_1 \times a_n)^n}$$

ed

$$S = \frac{a_1 + a_n}{2} n$$

in cui si trova un prodotto cambiato in una somma, un innalzamento a potenza cambiato in un prodotto dei fattori elevati a potenza per il grado stesso della potenza e finalmente una estrazione di radice mutata in una divisione

Queste proprietà Napier le riscontrò prendendo due progressioni, l'una geometrica ed avente per primo termine l'unità, l'altra aritmetica ed avente per primo termine zero, nei numeri componenti la progressione aritmetica

Egli diede il nome di numeri ai termini della progressione geometrica e quello di logaritmi ai termini della progressione aritmetica

Indichiamo con q la ragione dei

numeri e con δ quella dei logaritmi, la progressione geometrica sarà

$$\div\!\div\ 1:q:q^2:q^3 \ldots :q^m:q^{m+1} \ldots \quad (1)$$

e $\div\ 0.\delta.2\delta.3\delta \ldots m\delta.\overline{m+1}\delta \ldots \quad (2)$

la progressione aritmetica

Si vede che i termini della progressione aritmetica sono i multipli successivi della ragione, mentre quelli della progressione geometrica sono le potenze successive della ragione

Quindi tenendo ordinate queste due progressioni in modo che i termini i quali occupano lo stesso posto si trovino al disotto l'uno dell'altro per la definizione dataci dal Napier si à che il logaritmo di 1 è 0, quello di q è δ, quello di q^2 è eguale a 2δ etc e finalmente il logaritmo q^m sarà $m\delta$

Viceversa se si à δ moltiplicato da

un fattore, p.e. m si avrà logarit-
mo md = logaritmo q^m

Ciò posto, è facile dimostrare le
proprietà fondamentali dei logarit-
mi precedentemente enunciate.

Teorema 1°

Il logaritmo del prodotto di più numeri
della serie (1) eguaglia la somma dei loga
ritmi dei fattori.—

Sieno q^m, q^n, q^p tre numeri qua
lunque della serie (1), avremo:

$$q^m \times q^n \times q^p = q^{m+n+p}$$

poichè per moltiplicare un prodot
to di più fattori eguali elevati a poten
ze diverse basta sommarne gli espo-
nenti—

per cui sarà pure

$$\log. q^m \times q^n \times q^p = \log q^{m+n+p}$$

Ora il log: di

$$q^{m+n+p}$$

(numero che appartiene alla serie (1))

è eguale a

$$(m+n+p)\delta$$

Sviluppando si à

$$\log: q^{m+n+p} = m\delta + n\delta + p\delta;$$

ma

$$m\delta = \log q^m \ ; \ n\delta = \log q^n \ ;$$

$$p\delta = \log q^p$$

e perciò finalmente si avrà

$$\log q^m \times q^n \times q^p = \log q^m + \log q^n + \log q^p$$

Teorema II°

Il logaritmo del quoziente d'un numero della serie (1) eguaglia il logaritmo del dividendo meno il logaritmo del divisore

Siano q^m e q^n due numeri della serie (1) e vogliasi il log: di $\frac{q^m}{q^n}$

Osserveremo che

$$\frac{q^m}{q^n} = q^{m-n}$$

Per cui

$$\log \frac{q^m}{q^n} = \log q^{m-n}$$

Ma il log di $q^{m-n} = (m-n)\delta = m\delta - n\delta$

Per cui essendo md il log di q^m ed nd il log di q^n si avrà che

$$\log \frac{q^m}{q^n} = \log q^m - \log q^n$$

Teorema III°

Il logaritmo della potenza di un numero qualtivoglia della serie (ɩ) si trova moltiplicando il logaritmo del numero pel grado della potenza

1ª Dimostrazione

Abbiamo infatti

$$(q^m)^n = q^{mn}$$

Per cui

$$\log (q^m)^n = \log q^{mn}$$

Ma

$$\log q^{mn} = n \times md$$

ed

$$md = \log q^m$$

dunque

$$\log (q^m)^n = n \times \log q^m \;/.$$

Dimostrazione II^a

Abbiasi $(q^m)^n$ Si avrà che
$$(q^m)^n = q^m \times q^m \times q^m \ldots\ldots$$
perciò sarà
$$\log (q^m)^n = \log q^m + \log q^m + \log q^m + \ldots\ldots$$
dove la quantità $\log q^m$ si trova scritta nel secondo membro tante volte quanti sono i fattori q^m del secondo membro della eguaglianza precedente, cioè n volte; dunque
$$\log (q^m)^n = n \log q^m$$

Teorema II^o

Il logaritmo della radice d'un numero della serie (.) si trova dividendo il logaritmo di quel numero per l'indice del radicale

Vogliasi il logaritmo $\sqrt[n]{q^p}$
Potremo fare
$$\sqrt[n]{q^p} = q^{\frac{p}{n}}$$
quindi
$$\log \sqrt[n]{q^p} = \log q^{\frac{p}{n}}$$

ma

$$\log q^{\frac{p}{n}} = \frac{p}{n}\log q = \frac{p\log q}{n} = \frac{\log q^{p}}{n}$$

Osservazione

Questi quattro teoremi si estendono soltanto ai numeri della serie (1) e (2), ma se supponiamo che la prima serie, cioè la progressione geometrica

$$\div\!\!\div\ 1 : q : q^2 : q^3 : q^4 \ldots\ldots$$

sia crescente cioè abbia $q > 1$ e che la serie seconda cioè la progressione aritmetica

$$\div\ 0 . \delta . 2\delta . 3\delta . 4\delta \ldots\ldots$$

sia pure crescente cioè supponiamo δ positivo, avremo per ciò che si è dimostrato precedentemente, che tanto i termini della prima, quanto quelli della seconda possono aumentare indefinitamente

Ciò nondimeno la progressione geometrica non contiene i nume

ri compresi fra 1 e 9, quelli compre
si fra 9 e 9² etc.; e la progressione arit
metica non contiene per conseguenza
za i logaritmi di questi numeri che
mancano. Ma le proprietà sopra di
mostrate possono estendersi anche a
questi ultimi e perciò a tutti i nume=
ri.

Infatti immaginiamo di aver
inserito un grandissimo numero di
medii geometrici fra ciascun termi
ne ed il consecutivo della progressione
geometrica; si formerà una nuova
progressione geometrica, i cui termi
ni differiranno fra loro molto me
no di quello differivano nella pro
gressione primitiva. Se inseriamo
lo stesso numero di medii aritmeti
ci fra ciascun termine ed il suo con
secutivo della progressione aritme
tica, si formerà pure una nuova

progressione aritmetica, che darà esattamente i logaritmi di tutti i numeri scritti nella precedente nuova progressione geometrica, ed approssimatamente i logaritmi di tutti gli altri numeri.

Poichè supponendo che n-1 sia il numero dei medii inseriti, se indichiamo con r la ragione della nuova progressione geometrica e con δ quella della nuova progressione aritmetica, avremo:

$$r = \sqrt[n]{q}\ ,\quad \delta = \frac{d}{n}$$

e le due nuove progressioni potranno scriversi:

$$(\alpha)\ \div\!\div\ 1 : r : r^2 : r^3 : r^4 \ldots\ldots$$

$$(\beta)\ \div\ 0 : \delta : 2\delta : 3\delta : 4\delta \ldots\ldots$$

Immaginiamo ora di avere il numero R che sarà compreso o nella serie (1) o sarà compreso fra due numeri della nuova serie (α) i cui termini differiscono di poco dai ter-

mini della (1)

Avremo dunque che

$$r^m < R \text{ ed } R < r^{m+1}$$

quindi sostituendo

$$md < \log R \text{ ed } \log R < (m+1)d$$

Ne consegue da ciò che noi potremo prendere il log di R con un errore piccolissimo e sempre più piccolo quanto più si vorrà. Quindi le proprietà dimostrate per termini della serie (1) possono estendersi a tutti i numeri e perciò, essendo a e b due numeri qualunque avremo:

$$\log{:}(a \times b) = \log a + \log b$$

$$\log\left(\frac{a}{b}\right) = \log a - \log b$$

$$\log a^m = m \log a$$

$$\log \sqrt[m]{a} = \frac{\log a}{m}$$

L'insieme delle due progressioni, la geometrica ch'è la serie dei nume

ri, l'aritmetica che è la serie dei logaritmi, costituisce ciò che dicesi sistema di logaritmi; la ragione della serie geometrica dicesi base del sistema, la differenza della serie aritmetica dicesi logaritmo della base.

È chiaro dunque che:

1º Si può avere un numero infinito di sistemi logaritmici, potendo prendere qualsiasi numero come base del sistema e qualsiasi altro come logaritmo della base

2º Che ad ogni numero possono corrispondere infiniti logaritmi, potendo prendere una base costante, e facendone variare ad arbitrio il logaritmo

3º Che ad ogni logaritmo possono corrispondere infiniti numeri, potendo prendere costante il lo-

garitmo della base, e far variare ad arbitrio la base.

IV.° Che un sistema di logaritmi non potrà dirsi completamente determinato, se non quando se ne conosca la base ed il logaritmo di esso.

Se si prende il logaritmo della base costante ed uguale ad uno, mentre la base varia, si à una definizione diversa dei logaritmi. In tal caso il sistema di logaritmi sarà rappresentato dalle progressioni

$$\div\div 1 : r : r^2 : r^3 : r^4 \ldots\ldots$$

$$\div 0 . 1 . 2 . 3 . 4 \ldots\ldots$$

per cui risulta che il logaritmo della base (r) ad una potenza qualunque (di grado n) è l'esponente n della potenza stessa. Poichè nella serie geometrica si possono

considerare inserti tutti i numeri; si avrà per un numero qualunque N.

$$N = r^n$$

da cui

$$n = \log N$$

Ne risulta che in un sistema logaritmico, che abbia per logaritmo della base l'unità, il log d'un numero qualunque, è l'esponente della potenza a cui si deve elevare la base per avere il numero stesso.

Si possono quindi dimostrare esponenzialmente e confermare i teoremi già trovati nel modo seguente.

Siano per esempio due numeri a, b e sia $x = \log a$; $y = \log b$

da cui

$$a = r^x \quad ; \quad b = r^y$$

ed altresì

$$a \times b = r^{x+y}$$
da cui
$$\log(a \times b) = x + y = \log a + \log b.$$
Così si dimostra il primo teorema, e così si dimostrerebbero anche gli altri

Veniamo ora a vedere come si passi da un sistema all'altro di logaritmi

Prendasi un sistema di logaritmi a base r in cui il logaritmo della base sia uno, si avrà:
$$\div\div\ 1 : r : r^2 : r^3 : r^4 : \ldots$$
e poi
$$\div\ 0 . 1 . 2 . 3 . 4 . \ldots$$
Prendasi un altro sistema a base s, in cui il logaritmo della base sia egualmente uno, si avrà
$$\div\div\ 1 : s : s^2 : s^3 : s^4 . \ldots$$
e
$$\div\ 0 . 1 . 2 . 3 . 4 . \ldots$$

Indichiamo colla notazione log i logaritmi del primo sistema e colla notazione L i logaritmi del secondo, e consideriamo un numero qualunque N.

Esso sarà compreso in tutti due i sistemi e si avrà

nel 1º sistema $N = r^x$

" 2º " $N = s^y$

da cui $x = \log N.$

$y = L. N.$

Si avrà quindi

$r^x = s^y$ ...... (α)

ed applicando ai due membri della eguaglianza i logaritmi del primo sistema a base r si avrà

$x \log r = y \log s$

Ma $\log r = 1$ perchè è il logaritmo della base per cui abbiamo

$y \log s = x$

da cui

$$y = \frac{1}{\log s} x \quad \text{---- } (1)$$

Applichiamo all'equazione (α) i logaritmi calcolati nel sistema a base s; avremo:

$$x L r = y L s$$

e poichè

$$L s = 1$$

sarà

$$x L r = y$$

da cui

$$x = \frac{1}{L r} y \quad \text{---- } (2)$$

Confrontando le due equazioni (1) e (2) si vede che avendo il logaritmo di un numero in un sistema, e volendo passare in un'altro sistema, si deve moltiplicare il logaritmo del numero nel sistema antico per la frazione che à per numeratore l'unità e per denominatore il logaritmo della ba-

se del nuovo sistema calcolato nel si-
stema antico

Questa frazione dicesi <u>modulo</u> per
cui volendo passare da un sistema
di logaritmi ad un'altro, si molti-
plica il logaritmo dei varii nume-
ri in un sistema, pel modulo, e si
ànno i logaritmi corrispondenti
nell'altro sistema

Si considerano specialmente nel-
l'aritmetica due sistemi di logarit-
mi; uno fu preso da Napier quan-
do inventò la teoria che dicesi <u>siste-
ma dei logaritmi neperiani</u>, <u>i-
perbolici</u>, <u>naturali</u> ed à per base un
numero irrazionale, rappresenta-
to col simbolo <u>e</u> essendo

$$e = 2.7828182 84 \ldots\ldots$$

l'altro che si adopera nella mag-
gior parte dei calcoli communi, fu
stabilito da Brigg, chiamati si-

stema de' logaritmi briggiani, decimali, volgari ed à per base, la base del sistema di numerazione cioè il 10 Quindi il modulo per passare dai logaritmi briggiani ai neperiani è $\frac{1}{\log e}$ per cui si moltiplicherà il logaritmo briggiano per avere il logaritmo neperiano dello stesso numero; viceversa, il modulo per passare dai logaritmi neperiani ai briggiani è $\frac{1}{\mathcal{L}\,10}$

Consideriamo i logaritmi volgari a base 10 Essendo costante il logaritmo della base eguale ad 1, il sistema dei logaritmi decimali sarà

$$\div\div 1 : 10 : 100 : 1000 : 10\,000 \text{ etc}$$
$$\div 0 : 1 : 2 . 3 . 4 \text{ ——}$$

Noi vediamo quindi che il logaritmo decimale di una potenza di 10 è eguale all'esponente di essa, ed à tante unità quanti sono gli ze

ri contenuti in questa potenza.

Nei logaritmi decimali soltanto le potenze di 10 ànno logaritmi interi, e tutti gli altri numeri ànno logaritmi frazionarii: infatti un numero qualunque N sarà compreso fra 10^m e 10^{m+1}, per cui log N sarà compreso tra m ed $m+1$ e sarà eguale ad m più una frazione espressa ordinariamente in decimali. — Quindi la notazione generale di un logaritmo decimale sarà

$$p, abcde\ldots$$

La parte intera o ciò che ne tiene le veci dicesi caratteristica del logaritmo, la parte decimale dicesi mantissa o giunta.

Teorema α

La caratteristica del logaritmo di un numero di m cifre intere è $m-1$

Sia un numero N composto di m cifre intere: sarà compreso fra due potenze successive di 10, 10^{m-1} e 10^m; da cui si à la limitazione o disuguaglianza

$$10^{m-1} < N < 10^m$$

ed applicando i logaritmi si à

$$\log 10^{m-1} < \log N < \log 10^m$$

ossia

$$m-1 < \log N < m$$

Il log di N è compreso fra $m-1$ ed m, ed è eguale a $m-1$ più una frazione, per cui log N à $m-1$ unità

Teorema (β)

La mantissa del logaritmo di un numero non varia se si moltiplica o si divide il numero per una potenza qualunque di 10

Sia un numero N e pongasi

$$\log N = p, abcde$$

Moltiplicando N per una potenza di 10 si avrà

$$\log(N \times 10^m) = \log N + \log 10^m$$
$$= p,abcde + m$$
$$= (p+m),abcde$$

Dividasi invece N per una potenza di 10, si avrà

$$\log \frac{N}{10^m} = \log N - \log 10^m$$
$$= \log N - m$$
$$= p,abcde - m$$
$$= (p-m),abcde$$

Si vede adunque che varia bensì la caratteristica, ma la mantissa resta invariata

Ricerca dei logaritmi.

Problema 1°

Trovare il logaritmo d'un numero compreso nelle tavole

Questo problema non esige alcuna spiegazione.

Problema 2°

Trovare il logaritmo d'un numero non compreso nelle tavole. Debbasi trovare il logaritmo del numero 82345 = 4 di caratteristica. — La sua mantissa sarà la stessa del 8234,5 pel teorema β Nelle tavole adunque si troverà la mantissa del 8234, ma non quella della parte decimale, per cui la mantissa del 8234,5 sarà compresa fra quella del 8234 ed 8235

mantissa del 8234 = 91561
" " 8235 = 91566
Differenza 00005

Si farà quindi la proporzione: Se 1 di differenza mi porta 00005, di differenza; 5 decimi di differenza che differenza x mi porterà fra i log.?

cioè:

$1 : 00005 :: 0,5 : x = 0,000025$

Quindi per avere la mantissa di 8234,5 basterà aggiungere 0,000025 alla mantissa del 8234 cioè

$$\begin{array}{r} 91561 \\ 000025 \\ \hline 91563 \end{array}$$

In pratica però non si fa questa proporzione, ma si moltiplica per la differenza tabulare che risulta dalle due mantisse dei numeri immediatamente vicini fra cui trovasi il numero dato per le cifre di più del numero dato di quelle cifre cioè che eccedono il limite delle tavole e si aggiunge il prodotto ottenuto alla mantissa del numero inferiore al numero dato

Ecco per esempio come in pratica si dispone cotesta operazione.

log 74327 = 4.87115 mantissa 7432 = 87111
7432,7 × 5 = 35 " 7433 = 87116
00005

87111
35
87115

log 423688 = 5,62705 | mantissa 4236 = 62696
4236,88 × 10 = 80 | " 4237 = 62706
log 423688 = 5,62696 | 00010
80
80
80

1, = 5,62705

Problema III°

Trovare il logaritmo di un numero della forma $\frac{1}{N}$ qualunque sia N.
La forma $\frac{1}{N}$ è quella di un quoziente; perciò sarà

$$\log \frac{1}{N} = \log 1 - \log N = \log N,$$

poichè log: 1 = 0: così il log di $\frac{1}{N}$ sarebbe interamente negativo —
Ma noi possiamo, lasciando negativa la caratteristica, far diventare positiva la mantissa

Infatti si faccia

$$\log N = p.abcde$$

quindi

$$\log \frac{1}{N} = -p.abcde$$

o ciò che è lo stesso

$$\log {}^1/_N = -p - 0,abcde$$

ed aggiungendo e togliendo l'unità al secondo membro

$$\log \frac{1}{N} = -p - 1 + 1 - 0,abcde$$

$$\text{"} \quad = -(p+1) + (1 - 0,abcde)$$

Ora siccome 0,abcde è una quantità decimale e perciò appunto minore dell'unità, anche sottraendola da 1 positivo, resterà perciò sempre una quantità positiva supponiamo:

$$a_1 b_1 c_1 d_1 e_1$$

quindi

$$\log {}^1/_N = \overline{(p+1)}, a_1 b_1 c_1 d_1 e_1$$

Quindi per calcolare il logaritmo di ${}^1/_N$ si vede che bisogna aggiungere una unità positiva alla ca=

ratteristica di log N e prendere col segno contrario il risultato, volendo avere la caratteristica $(p+1)$; si calcola la mantissa sottraendo da 9 tutte le cifre della mantissa di log N data dalle tavole, cominciando dalla prima a sinistra, e l'ultima da 10

Vogliasi il log di $\frac{1}{34.72}$

Si à

$$\log 34{,}72 = 1.54058$$

quindi

$$\log \frac{1}{34.72} = \bar{2},45942.$$

Con ciò si possono svolgere tutte le operazioni dei logaritmi per via di somma poichè alla quantità $\frac{a}{b}$ può darsi sempre la formula

$$a \times \frac{1}{b}$$

e quindi in ogni caso sarà

$$\log\left(\frac{a}{b}\right) = \log\left(a \times \frac{1}{b}\right) = \log a + \log \frac{1}{b}$$

Vogliasi per esempio il logaritmo dell'espressione

$$\log \frac{595.74 \sqrt[3]{268}}{342 \times 0{,}087} =$$

$$= \log 595.74 + \frac{1}{3} \log 268 + \log \frac{1}{342} + \log \frac{1}{0.087} =$$

$$= \underline{2.11089}$$

$$\log 595.74 = 2.77506$$

$$\tfrac{1}{3} \text{ " } 268 = 0.80936$$

$$\text{" } \frac{1}{342} = \bar{3},46597$$

$$\text{" } \frac{1}{0.087} = 1.06048$$

$$\underline{2.11089}$$

Problema 4°:

Dato il logaritmo trovare il numero corrispondente

1° Caso — Il logaritmo dato si trova compreso fra quelli delle tavole

Facendo astrazione dalla caratteristica si cerca nelle ~~mantissa~~ tavole la mantissa e si vedrà il numero corrispondente, al quale poi

si daranno tante cifre quante lo in
dicano la caratteristica più una, e se
ne mancasse si aggiungono a destra
tanti zeri quante sono le cifre che
mancano

Così

Log: 3.78312 = log 6069.

II° Caso.

Il logaritmo dato non è fra quel
li delle tavole

Si voglia il logaritmo di 4.84513.
Siccome nelle tavole non vi è questa
mantissa, allora prendesi quella im
mediatamente inferiore che è 84510
corrispondente al numero 7000. Poi
si cerca la differenza tabulare che pas
sa fra questa mantissa e quella
immediatamente susseguente,
cioè 84516 corrispondente al nu
mero 7000 - La differenza è 0.00006
Si fa la proporzione: — Se 0.00006

di differenza mi danno uno di diffe
renza, 0,00003 di differenza che dif=
ferenza x mi porterà?
(Notisi che 0,00003 è la differenza
che passa fra la mantissa data
84513 e quella immediatamente in
feriore 84510)
Da cui si vede che bisognerà divi
dere la differenza che passa fra la
mantissa data e quella immediata=
mente inferiore per la differen=
za tabulare. Le cifre del quoziente
si aggiungeranno al numero cor
rispondente della mantissa in
feriore e così si avrà il numero
corrispondente alla mantissa
data. Indi si calcoleranno le cifre
del numero da quelle della caratte
ristica
Così nel nostro caso;

log: 4.84513 = log 70005

$\frac{10}{30:6} = 7000$

$= \frac{}{0.5}$

Teoria delle disposizioni, permutazioni e combinazioni

Si chiamano disposizioni di m oggetti n ad n, tutti i differenti gruppi formati da essi. Applicando questa definizione alle lettere, si chiamano disposizioni di m lettere n ad n le parole composte di n lettere prese fra le m lettere date. Due disposizioni possono quindi differire non tanto per le lettere di cui sono composte, quanto per l'ordine con cui le medesime sono scritte

Così le disposizioni delle tre lettere a, b, c prese due a due sono

ab, ac, ba, bc, ca, cb,

Indichiamo con la notazione generale

$$D_{m,n}$$

il numero delle disposizioni di m lettere a, b, c, d ...... h k. prese n ad n ed occupiamoci della ricerca del numero di queste disposizioni, componendole successivamente di 1. 2. 3. .... m lettere

1º Egli è certo che per avere le disposizioni delle m lettere date, una ad una, basterà prendere ciascuna separatamente, ed avremo m disposizioni; quindi

$$D_{m,1} = m$$

2º Per conoscere le disposizioni delle stesse lettere, due a due, basterà porre le m lettere date in colonna verticale e scrivere alla destra di ciascuna lettera successivamente tutte le altre che saranno $(m-1)$;

ab ac ad ae .... ak
ba bc bd be .... bk
ca cb cd ce .... ck
da db dc de .... dk
....
ha hb hc hd   hk
ka kb kc kd   kh

In questo modo si à uno specchio composto di m righe di disposizioni di due lettere.

È certo che in questo modo nessuna delle disposizioni cercate può essere ommessa, nè ripetuta; inoltre ciascuna delle m righe contiene (m-1) disposizioni, quindi sarà

$$D_{m,2} = m(m-1)$$

3 Se ora volessimo tutte le disposizioni di m lettere, tre a tre, bisognerebbe supporre scritte in una sola colonna verticale tutte le disposizioni di due lettere, e poi alla destra di cia-

scuna scritte successivamente le $(m-2)$
lettere rimanenti; cioè:

abc, abd, abe ------ abk
acb acd ace ------ ack
adb adc ade ------ adk
—— ——————————
akb akc ake ------ akh

Ciascuna di queste righe conterrà $(m-2)$ disposizioni di 3 lettere; ma le righe sono tante quante sono le disposizioni di m lettere due a due, cioè $m(m-1)$; per cui

$$D_{m,3} = m(m-1)(m-2)$$

Procedendo in questo modo, noi possiamo trovare tutte le disposizioni che si possono formare con le m lettere prese 4 a 4, poi 5 a 5; sicchè

$$D_{m,4} = m(m-1)(m-2)(m-3) -$$

e così via

Per trovare una formula generale che faccia conoscere il nume-

ro delle disposizioni di m lettere, n ad n, qualunque sia n, supponiamo d'aver scritto, col metodo accennato, tutte le disposizioni delle m lettere prese $(n-1)$ ad $(n-1)$, e di cui il numero è espresso da

$$D_{m,(n-1)};$$

in ciascuna di tali disposizioni, contenente $n-1$ lettere, se ne troveranno omesse $m-(n-1)$. Prendiamo successivamente ciascuna di queste $m-(n-1)$ lettere, e poniamola alla destra di ognuna delle disposizioni già scritte; ne risulteranno $m-(n-1)$ nuove disposizioni di n lettere.

Ora le disposizioni contenenti $n-1$ lettere sono

$$D_{m,(n-1)}$$

dunque quelle che conterranno n lettere saranno:

$$\mathcal{D}_{m,n} = [(m-(n-1)] \mathcal{D}_{m,(n-1}$$

Questa formula è generale; e facendo successivamente

$$n = 2.3.4.5.6 \ldots n,$$

se ne deducono le relazioni

$$\mathcal{D}_{m,2} = (m-1) \mathcal{D}_{m,1}$$
$$\mathcal{D}_{m,3} = (m-2) \mathcal{D}_{m,2}$$
$$\mathcal{D}_{m,4} = (m-3) \mathcal{D}_{m,3}$$
$$\ldots\ldots\ldots$$
$$\mathcal{D}_{m,n} = (m-n+1) \mathcal{D}_{m,(n-1)}$$

le quali, moltiplicate membro a membro, fan luogo alla seguente equazione:

$$\mathcal{D}_{m,2} \times \mathcal{D}_{m,3} \times \mathcal{D}_{m,4} \ldots \times \mathcal{D}_{m,n} =$$
$$= \mathcal{D}_{m,1} \times \mathcal{D}_{m,2} \times \mathcal{D}_{m,2} \times \mathcal{D}_{m,3} \ldots \times \mathcal{D}_{m,(n-1)} \times$$
$$\times (m-1)(m-2)(m-3)(m-(n+1))$$

ossia

$$\mathcal{D}_{m,n} = \mathcal{D}_{m,1}(m-1)(m-2) \ldots (m-(n+1))$$

Ora siccome

per ciò che abbiamo veduto già $D_{m,1} = m$

$$D_{m,n} = m(m-1)(m-2)(m-3) \text{------} [m-(n-1)] \text{------} (\alpha)$$

I fattori di questa formula sono evidentemente n, e decrescenti di una unità da m fino ad $m-(n-1)$: ne segue che:

"Il numero delle disposizioni di m lettere, n ad n, è dato dal prodotto di n numeri interi consecutivi decrescenti a cominciare da m

Permutazioni.

Si chiamano permutazioni di m lettere le disposizioni formate con queste m lettere prese tutte insieme.

Così con le tre lettere a, b, c si han

no le sei permutazioni

abc, acb, bac, bca, cab, cba

Due permutazioni qualunque differiscono solo per l'ordine con cui si trovano scritte le m lettere di cui si compongono

Designando in generale con P_m il numero delle permutazioni che si possono formare con m lettere; siccome queste non sono altra cosa che disposizioni di m lettere prese m ad m, noi potremo dedurre il numero P_m dalla formula (α) facendo in essa $n = m$, ed avremo:

$$P_m = m(m-1)(m-2)(m-3) \ldots 3.2.1$$

ovvero cangiando l'ordine dei fattori

$$P_m = 1.2.3. \ldots (m-1)m \quad \ldots\ldots (\beta)$$

Ne segue che:

Il numero delle permutazioni di m lettere eguaglia il prodotto degli m

primi numeri interi.

Combinazioni

Si dicono combinazioni di m lettere n ad n, le differenti disposizioni che si possono formare con quelle m lettere, prendendole n ad n in tutti i modi possibili in maniera che due qualunque differiscano almeno per una lettera.

Così con le tre lettere a, b, c non si possono avere che le tre combinazioni ab, ac, bc prendendole a due a due, mentre si potrebbero avere sei disposizioni.

Il numero delle combinazioni che si possono formare con m lettere, n ad n, si può dedurre da quello delle disposizioni e delle permutazioni già determinato.

Indichiamo con

$$C_{m,n}$$

questo numero, ed immaginiamo composte tutte le combinazioni possibili.

Se in queste combinazioni noi permutiamo in tutti i modi possibili le n lettere di cui ciascuna si compone, avremo da ogni combinazione P_n permutazioni; e le combinazioni essendo $C_{m,n}$ il numero

$$C_{m,n} \times P_n$$

esprimerà quello di tutte le disposizioni che si possono formare con m lettere, n ad n, cioè

$$D_{m,n}$$

Sià dunque la relazione

$$D_{m,n} = C_{m,n} \times P_n$$

dalla quale deducesi il numero richiesto

$$C_{m,n} = \frac{D_{m,n}}{P_n}.$$

ossia

$$C_{m,n} = \frac{m(m-1)(m-2)\ldots(m-n+1)}{1\cdot 2\cdot 3\ldots n} \quad \text{------} \quad (D)$$

Il numero dei fattori del numeratore e denominatore è n, perciò si può anche scrivere:

$$C_{m,n} = \frac{m}{1}\cdot\frac{m-1}{2}\cdot\frac{m-2}{3}\ldots\frac{m-m+1}{n}$$

e concludere che:

Il numero delle combinazioni di m lettere, n ad n, è eguale al prodotto delle n frazioni

$$\frac{m}{1}\cdot\frac{m-1}{2}\cdot\frac{m-2}{3}\ldots\frac{m-n+1}{n}$$

Osservando poi che le combinazioni di m lettere sono necessariamente in numero intero dalla formula (D) si deduce che

Il prodotto di n fattori interi consecutivi è divisibile pel prodotto dei primi n numeri della serie naturale.

Teorema Il nume

ro delle combinazioni di m lettere prese n ad n è eguale al numero delle combinazioni delle stesse m lettere, prese $(m-n)$ ad $(m-n)$
Se nella formula

$$C_{m,n} = \frac{m(m-1)(m-2)\ldots(m-n+1)}{1\ 2\ 3\ \ldots\ (n-1)n}$$

poniamo $m-n$ in luogo di n, facendo la riduzione

$$m-(m-n)+1 = n-m+n+1 = n+1$$

si à

$$C_{m,(m-n)} = \frac{m(m-1)(m-2)\ldots(n+1)}{1\ 2.\ 3\ \ldots\ (m-n)}$$

Il fattore più piccolo del numeratore della formula $C_{m,n}$ è

$$(m-n+1)$$

e quello più piccolo del numeratore di quest'ultima è $(n+1)$
moltiplichiamo ora i due termini della formula $C_{m,n}$ per il denominatore della formula $C_{m,(m-n)}$

Si avrà

$$C_{m,n} = \frac{m(m-1)(m-2)\cdots(m-n+1)\times 1.2.3.\cdots(m-(n-1))(m-}{P}$$

indicando con P il prodotto dei due denominatori.

Moltiplichiamo ancora i due termini della formula $C_{m,(m-n)}$ per il denominatore della formula $C_{m,n}$ si otterrà

$$C_{m,m-n} = \frac{m(m-1)(m-2)\cdots(n+1)\,1.2.3\ldots(n-1).n}{P}$$

Noi vediamo che nella prima i fattori onde consta il numeratore vanno crescendo da 1 ad $m-n$, e poi da $m-n$ ad m, per cui esso è il prodotto di tutti i numeri naturali da 1 ad m

Il numeratore della seconda è pure uguale a questo prodotto, perchè i fattori che lo compongono crescendo

da 1 ad n e poi da n ad m per cui essendo eguali queste due frazioni, poiché P è denominatore comune si à

$$C_{m,n} = C_{m,(m-n)}.$$

Binomio di Newton.

Vogliasi il prodotto P di m fattori binomii della forma

$(x+a)(x+b)\ldots\ldots$

ordinato secondo le potenze decrescenti di x

Facciamo ora il prodotto di

$(x+a)(x+b)$

indi moltiplichisi questo prodotto per $(x+c)$ e il nuovo prodotto moltiplichisi per $(x+d)$: avremo:

$$(x+a)(x+b) = x^2 + (a+b)x + ab$$

$$(x+a)(x+b)(x+c) = x^3 + (a+b+c)x^2 + $$
$$+ (ab + ac + bc)x + abc.$$

$(x+a)(x+b)(x+c)(x+d) = x^4 (a+b+c+d) x^3 + (ab+ac+ad+bc+bd+cd) x^2 + (abc+acd+abd+bcd) x + abcd$

Noi troviamo adunque che i varii termini del prodotto contengono la lettera x con l'esponente decrescente, l'ultimo la contiene coll'esponente 0, il primo termine contiene la x senza coefficiente, ma con esponente eguale al numero dei fattori binomi moltiplicati

I coefficienti di x dei varii termini sono i seguenti:

pel 2º termine la somma delle lettere che sono unite alla x: S_1 indicando cosi il numero delle combinazioni di m lettere una ad una.

pel 3º termine la somma delle com=

binazioni binarie di esse lettere che potremo quindi esprimere con S_2

pel 4° termine la somma delle combinazioni ternarie che si potrà anche esprimere con S_3 ——

—— e finalmente per l'n esimo termine per la somma delle combinazioni n ad n cioè

$C_{m,n}$ S_n

Si avrà dunque per formula generale del prodotto di m fattori $(x+a)(x+b)(x+c)$ etc m la seguente

$$x^m + S_1 x^{m-1} + S_2 x^{m-2} \text{ ——— } S_n x^{m-n} + \text{ ——— } + P$$

indicando con P l'ultimo termine che è il prodotto di tutte le lettere diverse da x

Se ora in quello sviluppo si fanno

b, c, d, e ——— $n = a$

tutti i fattori diverranno eguali a

$$(x+a)$$

ed avremo nella formula precedente lo svolgimento di

$$(x+a)^m$$

Il primo termine resta x^m, il coefficiente S_1 del secondo è la somma di $\underline{m}$ lettere uguali ad a per cui si ha:

$$S_1 = ma = C_{m,1}\, a$$

Il coefficiente S_2 del 3° termine è la somma delle combinazioni binarie di $\underline{m}$ lettere, le combinazioni sono

$$C_{m,2}$$

e ciascuna di tali combinazioni diviene eguale ad a^2; e siccome ve ne à tante quante sono le combinazioni di $\underline{m}$ lettere, due a due, S_2 sarà

$$S_2 = C_{m,2}\, a^2$$

In generale il coefficiente S_n del

termine n^{esimo} è la somma delle combinazioni di m lettere prese n ad n, ciascuna combinazione riducendosi ad a^n ed il loro numero essendo $C_{m,n}$ si a

$$S_n = C_{m,n}\, a^n$$

da cui si à la formula generale dello sviluppo newtoniano

$$(x+a)^m = x^m + C_{m,1}\, a . x^{m-1} + C_{m,2}\, a^2 x^{m-2} + \dots$$
$$\dots C_{m,n}\, a^n x^{m-n} + \dots a^m$$

ossia sostituendo i valori rispettivi a

$$C_{m,1} \; , \; C_{m,2} \quad \text{etc}$$

si a

$$(x+a)^m = x^m + \frac{m}{1} a x^{m-1} + \frac{m(m-1)}{1 . 2} a^2 x^{m-2} + \dots + a^m, \qquad (1)$$

Il termine generale, che nello sviluppo antecedente è espresso da

$$C_{m,n}\, a^n . x^{m-n}$$

occuperà nella formula (1) il pro=

sto $(n+1)^{esimo}$ per cui sarà

$$(x+a)^m = x^m + \frac{m}{1} a x^{m-1} + \frac{m(m-1)}{1 \cdot 2} a^2 x^{m-2} + \frac{m(m-1)(m-2)}{1 \cdot 2 \cdot 3} a^3 x^{m-3} + \cdots \cdots + \frac{m(m-1)(m-2)\cdots(m-n+1)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdots n} a^n x^{m-n} + \cdots + a^m$$

Facciamo ora alcune considerazioni sui segni, gli esponenti ed i coefficienti.

Si osserva che intanto se x ed a sono positivi, tutti i termini dello sviluppo ~~pos~~ saranno positivi. Se invece di $(x+a)$ si avesse a negativo, cioè $(x-a)$ si avrà lo sviluppo di $(x-a)^m$ cioè

$$(x-a)^m = x^m - \frac{m}{1} a x^{m-1} + \frac{m(m-1)}{1 \cdot 2} a^2 x^{m-2} - \frac{m(m-1)(m-2)}{1 \cdot 2 \cdot 3} a^3 x^{m-3} + \cdots \cdots \pm a^m$$

in cui i segni sono alternativamen=

te + e − corrispondendo il segno negativo alle potenze dispari di a, il segno positivo alle potenze pari di a; finalmente l'ultimo termine sarà positivo se m è pari, negativo se è dispari

Inoltre osservando gli esponenti vediamo che quelli di x vanno diminuendo gradatamente d'una unità; nel primo termine l'esponente di x è eguale al numero dei fattori binomi moltiplicati, e va decrescendo sempre di una unità fino a che nell'ultimo termine x à l'esponente zero, cioè non vi si trova compreso.

Gli esponenti di a per lo contrario vanno gradatamente aumentando, per modo che nel primo termine a ha l'esponente zero e perciò non vi si trova compreso, ed

nell'ultimo à per esponente il numero dei fattori binomi moltiplicati, cioè il massimo esponente. Ne viene adunque che la somma degli esponenti di a e di x in ciascun termine è costantemente eguale ad m. Ora siccome nello sviluppo si trova per primo termine x^m e per ultimo a^m, cioè a dire termini collo stesso esponente, ne verrà che il numero dei termini di esso è $(m+1)$ e perchè ancora – ciò che torna lo stesso – gli esponenti di x formano la serie degli m primi numeri interi, a cui va aggiunto l'esponente 0 che à nell'ultimo termine.

Finalmente riguardo ai coefficienti si vede che per passare da un termine all'altro si moltiplica il coefficiente per l'esponente della x, e si divide per l'esponente di a aumentato di un'unità: di poi si aumenta

di una unità l'esponente di a e si diz
minuisce di una unità quello di x
Infatti il primo termine è x^m senza
coefficiente. Per passare al termine se-
guente si moltiplica il coefficiente
per l'esponente di x cioè m, e si divi
de per l'esponente di a che è zero, au
mentato di una unità cioè per uno
quindi $\frac{m}{1}$; poi si aumenta di una
unità l'esponente di a che essendo
prima zero, adesso diventerà a: fi
nalmente si diminuisce di una u
nità quello di x, che essendo x^m diver
rà x^{m-1}, per cui il termine susse
guente ad x^m sarà $\frac{m}{1} a x^{m-1}$
Questa regola facilita moltissimo la
formazione dello sviluppo della po-
tenza intera di un binomio
Esempio

$$(x+a)^7 = x^7 + 7ax^6 + 21a^2x^5 + 35a^3x^4 + 35a^4x^3 + 21a^5x^2 + 7a^6x + a^7.$$

Scritto il primo termine, che è sem=
pre il primo del binomio con espo=
nente eguale a quello della potenza
da svilupparsi, si forma il coefficien
te del secondo moltiplicando il coeffi=
ciente 1 del primo per l'esponente
7 della x e dividendo per uno, poichè
si può supporre che il primo abbia
per fattore a^0; di poi si aumentano
e si diminuiscono gli esponenti di a
e di x di una unità; dal secondo si
passa al terzo moltiplicando per 6 e
dividendo per 2, lo che equivale a
moltiplicare per 3. E così via via fi
no all'ultimo termine che sarà a^7
Avendo ora lo sviluppo $(7+1)$ termi
ni, basterà trovare i primi quattro,
poichè i susseguenti, come equi
distanti dagli estremi, hanno i me
desimi coefficienti
Ora consideriamo il termine

generale esso sarà

$$T_{n+1} = \frac{m(m-1)(m-2)\cdots(m-n+1)}{1.\ 2.\ 3.4\cdots n}$$

Questo termine occupa il posto $(n+1)^{esimo}$ perchè contiene a col l'esponente $\underline{n}$ e la $\underline{a}$ non compa risce che nel secondo termine.

Il termine, precedente che occupa il posto n^{esimo} sarà

$$T_n = \frac{m(m-1)(m-2)\cdots m-n+2}{1.2.\ 3.\ 4\ \cdots\ n-1}\, a^{n-1} x^{m-n+1}.$$

Se noi dividiamo il coefficiente di T_{n+1} per quello di T_n trovasi che:

$$k = \frac{k_1(m-n+1)}{n}.$$

essendo $m-n+1$, l'esponente di x nel termine T_n ed $\underline{n}$ il numero dei termini che precedono T_{n+1} che si considera.

Ma in questa eguaglianza

$$k = k_1\,\frac{m-n+1}{n}.$$

n essendo qualunque si potrà dire in generale che il coefficiente di un termine qualunque si à moltiplicando il coefficiente del termine precedente pel rapporto

$$\frac{m-n+1}{n}$$

essendo n il numero dei termini già costruiti che precedono quello che si considera. –

I coefficienti equidistanti dagli estremi sono eguali poichè noi possiamo rappresentarli con $C_{m,n}$ e $C_{m,m-n}$

Infatti i coefficienti costituiscono la serie seguente

$$1 . C_{m,1} . C_{m,2} . C_{m,3} \text{———}$$

essendo il primo l'unità, il secondo $C_{m,1}$ —— etc

è chiaro che $C_{m,n}$ sarà il coefficiente del termine $n+1^{esimo}$; e $C_{m,m-1}$ sarà il coefficiente del termine $m-n+1^{esimo}$

Il termine $n+1^{\text{esimo}}$ ne à n avanti di sè; il termine $m-n+1$ ne à $m-n$ prima di sè, ed essendo m il numero dei termini dello sviluppo senza contare il termine $n+1^{\text{esimo}}$, questo avrà dopo di sè $m-(m-n)=m-m+n=n$ termini; per cui i due termini $n+1^{\text{esimo}}$ e $m-n+1^{\text{esimo}}$ sono equidistanti dagli estremi ed ànno coefficienti uguali poichè si à

$$C_{m,n} = C_{m,m-n}$$

Ora considerando il rapporto

$$\frac{m-n+1}{n}$$

si à

$$k = k_1 \frac{m-n+1}{n}$$

Ora se è $\frac{m-n+1}{n}$ maggiore di 1, sarà $k > k_1$, cioè i coefficienti di due termini consecutivi sono eguali, se il rapporto suddetto è eguale ad 1

Se $\frac{m-n+1}{n}$ è minore di 1 anche k sarà minore di k_1 ed i coefficienti vanno diminuendo, perchè si

ottiene da ognuno di essi il successivo moltiplicandolo per quantità minore di 1.

Ora dalla disuguaglianza

$$\frac{m-n+1}{n} > 1$$

si à moltiplicandoi due membri per n

$$m-n+1 > n$$

aggiungendo n ai due membri si ottiene

$$m+1 > 2n$$

da cui si à poi

$$\frac{m+1}{2} > n$$

Così stiamo le tre disuguaglianze seguenti

Quando

$$\frac{m-n+1}{n} > 1$$

si à

$$n < \frac{m+1}{2}$$

Quando

$$\frac{m-n+1}{n} = 1$$

si à

$$n = \frac{m+1}{2}$$

Quando

$$\frac{m-n+1}{n} < 1$$

sià

$$n > \frac{m+1}{2}$$

Ora n è il numero dei termini che si considerano, $m+1$, è il numero dei termini dello sviluppo; per cui si à la regola seguente:

Nello sviluppo, i coefficienti vanno crescendo finchè

$$\frac{m-n+1}{n} > 1$$

cioè finchè il numero dei termini si conserva minore della metà del numero complessivo di tutti i termini che contiene lo sviluppo: tali coefficienti vanno diminuendo quando il numero dei termini è maggiore di $\frac{m+1}{2}$; e due termini successivi ànno coefficienti eguali quando il numero dei ter

mini è eguale a metà del numero dei termini dello sviluppo

Per cui i coefficienti vanno crescendo dal primo termine fino al termine $\frac{m+1}{2}$: ivi raggiungono il valore massimo, poi vanno scemando e riprendono i valori già avuti fino a che nell'ultimo termine ànno di nuovo il valore uno

Quando il grado della potenza è dispari, il numero dei termini dello sviluppo è pari, e vi ànno due termini intermedii successivi a coefficienti uguali; se il grado della potenza è pari, lo sviluppo contiene un numero dispari di termini, e vi à un solo termine intermedio con coefficiente massimo.

Così nello sviluppo già dato di

$$(x+a)^7$$

giunti al 4° termine, i coefficienti

ànno raggiunto il loro valore massimo $\frac{m+1}{2}$ e quindi poi si ripetono nei termini successivi, poichè vanno gradatamente diminuendo

Consideriamo ora lo sviluppo Newtoniano

$$(x+a)^m$$

abbiamo trovato

$$(x+a)^m = x^m + \frac{m}{1} x^{m-1} a + \frac{m(m-1)}{1 \cdot 2} x^{m-2} a^2 + \frac{m(m-1)(m-2)}{1 \cdot 2 \cdot 3} x^{m-3} a^3$$

Si faccia $x=1$, $a=1$; tutte le potenze di uno essendo uguali ad uno, $\underline{x}$ ed $\underline{a}$ dispariranno dal secondo membro, questo si ridurrà alla somma dei coefficienti; il primo membro diverrà

$$(x+a)^m = (1+1)^m = 2^m$$

Si à dunque che la somma dei coefficienti dello sviluppo è uguale

a 2^m. Poniamo questi coefficienti sotto la formula di combinazioni, si avrà

$$2^m = 1 + C_{m,1} + C_{m,2} + C_{m,3} + \ldots$$

e se indichiamo con S la somma di tutti i termini

$$C_{m,1} \quad C_{m,2} \quad \text{etc}$$

si à

$$S = 2^m - 1$$

cioè la somma di tutte le combinazioni possibili di m lettere, 1 ad 1, 2 a 2, 3 a 3 etc, è $2^m - 1$

Ora consideriamo lo sviluppo Newtoniano del binomio

$$(x-a)^m$$

si avrà

$$(x-a)^m = x^m - \frac{m}{1} x^{m-1} a + \frac{m(m-1)}{1 \cdot 2} x^{m-2} a^2 - \frac{m(m-1)(m-2)}{1 \cdot 2 \cdot 3} x^{m-3} a^3$$

Se si pone $a=1$, $x=1$: il primo membro si riduce a 0, ed il secondo mem

bro consta dei coefficienti presi coi segni alternati; trasportiamo tutti i negativi nel primo membro e si avrà

$$\frac{m}{1} + \frac{m(m-1)(m-2)}{1.2.3.} + \ldots\ldots =$$

$$= 1 + \frac{m(m-1)}{1.2.} + \ldots\ldots$$

ossia:

$$C_{m,1} + C_{m,3} + \ldots\ldots = 1 + C_{m,2} + C_{m,4} + \ldots$$

da cui si à che la somma dei coefficienti di posto pari è eguale a quella di posto dispari e che se si ànno m lettere combinate in tutti i modi possibili, la somma di tutte le combinazioni che contengono un numero dispari di lettere supera di una unità la somma delle combinazioni contenenti un numero pari di lettere.

Indichiamo con A la prima somma e con B la seconda, si à

$$A + B = S$$

$$A = 1 + B$$

da cui si à

$$A + B = 2^m - 1$$

$$A - B = 1$$

Sommando queste due eguaglianze membro a membro si à

$$2A = 2^m$$

cioè

$$A = \frac{2^M}{2} = 2^{m-1}$$

Togliamo dalla prima la seconda e avremo:

$$2B = 2^m - 2$$

cioè

$$B = \frac{2^m - 2}{2} = 2^{m-1} - 1$$

Così si può tosto trovare la somma di tutte le combinazioni di un numero pari e dispari di m lettere

Esempio per 8 lettere si à

$$S = 2^8 - 1 = 256 - 1 = 255$$

$$A = 2^7 = 128$$

$$B = 2^7 - 1 = 127 \quad 128 + 127 = 255$$

Facciamo nella formula generale $x = 1$, $a = a$; si avrà lo sviluppo di un binomio della forma

$$(1+a)^m$$

Si à

$$(1+a)^m = 1 + \frac{m}{1}a + \frac{m(m-1)}{1.2.}a^2 +$$

$$+ \frac{m(m-1)(m-2)}{1.\ 2.\ 3.}a^3$$

Anche la formula generale si può ricondurre a questa più semplice, poichè si à

$$x + a = x\left(1 + \frac{a}{x}\right)$$

$$(x+a)^m = x^m\left(1 + \frac{a}{x}\right)^m$$

per cui si à

$$(x+a)^m = x^m\left\{1 + m\frac{a}{x} + \frac{m(m-1)}{1.\ 2.}\left(\frac{a}{x}\right)^2 \ldots\right.$$

$$\left. \ldots + \left(\frac{a}{x}\right)^m\right\}$$

Consideriamo la formula

$$(1+x)^m = 1 + mx + \frac{m(m-1)}{1.\ 2.}x^2 + \frac{m(m-1)(m-2)}{1.\ 2.\ 3.}x^3 \ldots$$

$$\ldots\ldots (1)$$

Questa noi sappiamo esser valida per tutti i valori di m, purchè intero e positivo; se x sarà negativo, solo i termini contenenti x con esponente pari saranno positivi; quindi se noi diamo ad m il valore n, lo sviluppo della potenza n^{esima} di $(1+x)$ sarà secondo la regola

$$(1+x)^n = 1+nx+\frac{n(n-1)}{1.2.}x^2+\frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3}x^3 \quad (2)$$

Noi vogliamo dimostrare che questa formula vale anche quando m sia frazionario o negativo

Moltiplichiamo le due eguaglianze (1) e (2) membro a membro, il prodotto dei primi membri, prodotto di due potenze di $(1+x)$ con esponenti m e n, sarà uguale ad

$$(1+x)^{m+n}$$

e si avrà

$$(1+x)^{m+n} = (1+mx+\frac{m(m-1)}{}x^2 \ldots)$$

$$(1+nx+\frac{n(n-1)^2}{1.2.}x^2) \ldots \quad (a)$$

Ma poichè m, n sono esponenti interi e positivi, anche m+n sarà intero e positivo, e si avrà secondo la formula dello sviluppo Newtoniano.

$$(1+x)^{m+n} = 1+(m+n)x+\frac{(m+n)(m+n-1)}{1\cdot 2}x^2 \quad (\beta)$$

Avremo dunque l'eguaglianza

$$\left(1+mx+\frac{m(m-1)}{1\cdot 2\cdot}x^2 \ldots\right)\left(1+nx+\right.$$
$$\left.+\frac{n(n-1)}{1\cdot 2\cdot}x^2 \ldots\right) = 1+(m+n)x+$$
$$\left.+\frac{(m+n)(m+n-1)}{1\cdot 2\cdot 3}x^2 \ldots\right)$$

Il secondo membro è il prodotto di due polinomii (1)(2) che trovansi nel primo membro

Noi vediamo dunque di poter ottenere lo sviluppo di $(1+x)^{m+n}$ in due modi, o con una moltiplicazione di due polinomii, o secondo la regola trovata svolgendo la potenza del binomio

Ma se otteniamo lo sviluppo

di $(1+x)^{m+n}$ con una moltipli
cazione, questo avrà sempre la stessa
formula, qualunque sia il valore ed il
segno di m ed n perchè la moltiplica
zione dei polinomii non è alterata
dal valore delle lettere; mentre non
possiamo ottener questo sviluppo
secondo la formula di Newton se
non quando n ed m siano interi e
positivi.

Stabiliamo ora di indicare colla
notazione

$$f(m), f(n), f(m+n)$$

(cioè funzione di m, n etc)
lo sviluppo di

$$(1+x)^m, (1+x)^n, (1+x)^{m+n}$$

per cui il simbolo $f(m)$ indica il
modo speciale con cui la lettera
m trovasi nello sviluppo del bino-
mio $(1+x)^m$ mi rappresenta que-
sto sviluppo come funzione di m.

Noi abbiamo dunque trovato secon
do questa notazione

$$f(m) \times f(n) = f(m+n) \quad \text{—— (c)}$$

Così si avrà pure

$$f(m+n+p) = f(m+n) \times f(p)$$

considerando

$$m+n$$

come una cosa sola, per cui è secon
do l'uguaglianza (c)

$$f(m+n+p) = f(m) \times f(n) \times f(p)$$

Si avrebbe altresì in generale che

$$f(m+n+p+q \ldots t) =$$
$$= f(m) \times f(n) \times f(p) \times f(q) \ldots \times f(t)$$

Questa formula vale per qualunque
valore di m, n, p, q, essendo dedotta
dalle regole generali di moltiplicazio
ne

Facciamo tutte le lettere uguali
fra loro, ed uguali ad una frazione i
cui termini siano due numeri in
teri e positivi, si avrà:

$$m = n = p = q = \ldots\ldots t = \frac{s}{r}.$$

Ma se noi fissiamo ~~an~~che le lettere $m, n, \ldots\ldots t$ fossero in numero eguale ad r, cioè al denominatore della frazione, l'uguaglianza sussisterà ma assumerà una forma speciale.

Infatti nel primo membro si à la funzione della somma di r quantità uguali ad $\frac{s}{r}$, somma che è eguale ad $r \times \frac{s}{r} = s$ Il primo membro si riduce dunque ad $f(s)$ Nel secondo troviamo il prodotto di r fattori uguali ad $f\left(\frac{s}{r}\right)$ per cui, esso sarà eguale a

$$\left\{f\left(\frac{s}{r}\right)\right\}^r$$

per cui si à

$$f(s) = \left\{f\left(\frac{s}{r}\right)\right\}^r$$

Ma essendo s intero e positivo, $f(s)$ rappresenta il modo speciale in cui la lettera s trovasi aggruppata nel

lo sviluppo binomiale

$$(1+x)^s$$

per cui sarà:

$$f(s)=(1+x)^s$$

ed anche

$$(1+x)^s=\left\{f\left(\frac{s}{r}\right)\right\}^r$$

Estraendo dai due membri la radice di grado r si avrà

$$\sqrt[r]{(1+x)^s}=(1+x)^{\frac{s}{r}}$$

e

$$\sqrt[r]{\left\{f\left(\frac{s}{r}\right)\right\}^r}=\left\{f\left(\frac{s}{r}\right)\right\}^{\frac{r}{r}}=f\left(\frac{s}{r}\right)$$

da cui

$$f\left(\frac{s}{r}\right)=(1+x)^{\frac{s}{r}}$$

Questa eguaglianza secondo le convenzioni precedenti significa che nello sviluppo binomiale di una potenza frazionaria del binomio $(1+x)$ con esponente $\frac{s}{r}$

la frazione $\frac{1}{2}$ è aggruppata allo stesso modo che le lettere m ed n nello sviluppo di

$$(1+x)^m, (1+x)^n$$

Per cui si avrà

$$(1+x)^{\frac{1}{2}} = 1 + \frac{1}{2}x + \frac{\frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}-1\right)}{1.2.}x^2 + \frac{\frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}-1\right)\left(\frac{1}{2}-2\right)}{1.2.3.}x^3$$

Così si è dimostrato che la formula di Newton può applicarsi anche quando l'esponente sia frazionario

Ora riprendiamo la formula (c)

$$f(m) \times f(n) = f(m+n)$$

Diamo ad n il valore $-m$, l'eguaglianza esisterà bensì, ma il secondo membro si ridurrà ad

$$f(m-m)$$

cioè ad

$$f(0)$$

per cui si avrà

$$f(m) \times f(-m) = f(0)$$

Ma $f(0)$ rappresenta il valore che as-

sume il polinomio $(1+x)^m$, quando si pone $x=m$: tutti i termini si annullano, tranne il primo uno, per cui essendo

$$f=(0)=1$$

si à

$$f(m)\times f(-m)=1$$

e si à pure

$$f(-m)=\frac{1}{f(m)}$$

Ma $f(m)$ rappresenta lo sviluppo di

$$(1+x)^m$$

e si à per definizione di potenza ad esponente negativo che

$$\frac{1}{f(m)}-\frac{1}{(1+x)^m}=(1+x)^m$$

per cui si avrà

$$(1+x)^{-m}=f(-m)$$

Questa eguaglianza significa che nello sviluppo binomiale della potenza di $(1+x)$ con esponente nega

tivo $-m$, l'esponente m è aggruppato al modo stesso che le lettere m, n, positive nello sviluppo di

$$(1+x)^m (1+x)^n$$

per cui estendendo la formula anche al caso dell'esponente negativo si à

$$(1+x)^{-m} = 1 + (-m)x + \frac{(-m)(-m-1)}{1 \cdot 2} x^2 + \frac{(-m)(-m-1)(-m-2)}{1 \cdot 2 \cdot 3} x^3 \ldots\ldots$$

Questa dimostrazione vale anche pel caso in cui x fosse negativo

Ora noi abbiamo trovato che quando il binomio

$$(a \pm b)$$

si pone sotto la forma

$$a\left(1 \pm \frac{b}{a}\right)$$

si à

$$(a \pm b)^m = a^m \left(1 \pm \frac{b}{a}\right)^m$$

e poichè si è veduto che per un binomio della forma

$$(1+x)$$

il teorema di Newton vale per qualunque valore di m varrà egualmente anche per qualsiasi potenza di $(a \pm b)$ qualunque sia l'esponente

Però finchè m resta intero e positivo, lo sviluppo à un limite perchè il fattore

$$\frac{m-n+1}{n}$$

per cui si moltiplica ogni coefficiente per avere il successivo, ad un certo punto avrà nullo il numeratore e però quel termine, ed i successivi che contengono lo stesso fattore saranno nulli. Ma quando m sarà frazionario o negativo nessun fattore sarà nullo, perchè nè sottraendo un intero da una frazione, nè togliendo da un numero negativo un numero positivo si à mai una differenza positi

tiva ed il numero dei termini essendo infinito, se ne prenderanno tanti quanti bastano a costituire l'approssimazione voluta

La formula quindi che dà lo sviluppo del binomio Newtoniano ci permette di trovare facilmente lo sviluppo della potenza n^{esima} di un polinomio

Vogliasi p.e. lo sviluppo del trinomio $(a+b+c)^m$; considerando gli ultimi due termini come un solo abbiamo

$$(a+b+c)^m = a^m + \frac{m}{1} a^{m-1}(b+c) + \frac{m(m-1)}{1.2.} a^{m-2}(b+c)^2 + \dots$$

$$\dots + (b+c)^m$$ e sviluppando le diverse potenze di $(b+c)$ colla stessa formula otterremo lo sviluppo richiesto.

(Segue al fasc: 4°)

In tal guisa si trova:

$(a+b+c)^2 = \{(a+b)+c\}^2 = (a+b)^2 +$
$+ 2(a+b)c + c^2$

e quindi

$(a+b+c)^2 = a^2 + 2ab + b^2 + 2ac + 2bc + c^2$

Così pure.

$(a+b+c)^3 = \{(a+b)+c\}^3 = (a+b)^3 +$
$+ 3(a+b)^2c + 3(a+b)c^2 + c^3 = a^3 +$
$3a^2b + 3ab^2 + b^3 + 3a^2c + 6abc + 3b^2c +$
$+ 3ac^2 + 3bc^2 + c^3$

Così pure si potrebbero svolgere polinomii, ciascun termine dei quali fosse composto di più elementi come per esempio:

$(3a^2 + 4ab^3)^5 = (3a^2)^5 + 5(3a^2)^4$
$(4ab^3) + 10(3a^2)^3(4ab^3)^2 + 10(3a^2)^2$
$(4ab^3)^3 + 5(3a^2)(4ab^3)^4 + (4ab^3)^5 =$
$= 243a^{10} + 1620a^9b^3 + 4320a^8b^6 +$
$+ 5760a^7b^9 + 3840a^6b^7 + 1024a^5b^{15}$.–

Così pure

$(2ab - 3b^2)^4 = (2ab)^4 - 4(2ab)^3 3b^2 +$

$+6(2ab)^2(3b^2)^2-4(2ab)(3b^2)^3+(3b^2)^4=16a^4b^4-$
$-96a^3b^5+126a^2b^6-216ab^7+81b^8$

Serie numeriche
o progressioni d'ordine superiore al primo

Consideriamo la serie

1. 4. 7. 10. 13. ......

La differenza tra i termini consecutivi è costante, perchè è una progressione aritmetica. Essendo costante la prima differenza la diremo serie di primo ordine.

Consideriamo la serie dei quadrati dei numeri naturali

1. 4. 9. 16. 25. 36. 49. ...

Troviamo le prime differenze, esse non sono costanti

3. 5. 7. 9. 11. 13. ......

Troviamo le seconde differenze, queste sono costanti.

2. 2. 2. 2. 2. ......

La serie dei quadrati è una progressione di secondo ordine

Consideriamo la serie dei cubi di essi numeri

1. 8. 27. 64. 125. 216

7 19 37 91 1e differenze

12 18 24 30 2e "

6 6 6 3e "

Essendo costanti le terze differenze questa sarà una progressione di terzo ordine. In generale la serie delle potenze n^esime^ dei numeri naturali è di n^esimo^ ordine; solo le n^esime^ differenze sono uguali e costanti

Queste si dicono tutte serie numeriche d'ordine superiore al primo.

Consideriamo la serie dei numeri naturali, serie di primo ordine

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.

e sommiamone i primi due, tre, quattro ecc. termini, avremo una nuova progressione che si dirà serie dei numeri triangolari

1. 3. 6. 10. 15. 21. 28

e sarà una serie di secondo ordine, perchè le prime differenze sono disuguali e costituiscono la serie dei numeri naturali, per cui le seconde differenze sono costanti.

Dalla serie dei numeri triangolari otterremo, sommando i primi due, tre, quattro ecc. termini, una serie di terzo ordine che si dirà dei numeri piramidali

	1.	4.	10.	20.	35.	56.	84
1a differenza		3	6	10	15	21	28
2 differenza			3	4	5	6	7
3 differenza				1	1	1	1

Così potremo ottenere serie di 4o 5o nesimo ordine che non ri-

cevettero nomi speciali e che unite alle altre diconsi serie dei numeri figurati

Consideriamo ora la serie dei numeri naturali che differiscono tra loro di una unità, poi quella dei numeri dispari che differiscono di due, poi quella dei numeri che differiscono di tre, poi quella dei numeri che differiscono di quattro, poi quella dei numeri che differiscono di cinque, 6, 7 ~~etc~~ etc e si avranno delle serie tutte di secondo ordine che si chiamano serie dei numeri poligoni

Avremo quindi.

Serie dei numeri naturali

1 . 2 . 3 . 4 . 5 . 6

Serie dei numeri triangolari

1 . 3 . 6 . 10 . ——

Serie dei numeri dispari
1.3.5.7.9 —
Serie dei numeri quadrati
1.4.9.16.25 —
Serie dei numeri pentagoni
1.5.12.22.35 —
etc. etc etc etc
e così si troverebbero pure gli esagoni, optagoni etc etc
Vediamo che la serie delle potenze dei numeri naturali è capace di giungere ad un'ordine qualsiasi, le serie dei numeri ~~pentagoni~~ figurati sono pure di qualsiasi ordine, le serie poligone non sono che di secondo ordine.
Cerchiamo ora il termine generale di una progressione di un ordine superiore al primo.
Rappresentiamo la serie coll'espressione generale:

$a \quad a_1 \quad a_2 \quad a_3 \quad a_4 \quad a_5 \quad a_6$ ——— a_{n+1}

e poniamo

$$T = a_{n+1}$$

vogliasi il valore di T.

Formiamo le prime differenze sottraendo ogni termine dal successivo avremo allora la seguente serie

$a_1 - a, \quad a_2 - a_1 \quad a_3 - a_2 \quad a_4 - a_3 \quad a_5 - a_4$

$a_6 - a_5 \quad a_7 - a_6$ ——

Formiamo le seconde differenze

$$a_2 - a_1 - (a_1 - a) = a_2 - 2a_1 + a$$
$$a_3 - a_2 - (a_2 - a_1) = a_3 - 2a_2 + a_1$$
$$a_4 - a_3 - (a_3 - a_2) = a_4 - 2a_3 + a_2$$
$$a_5 - a_4 - (a_4 - a_3) = a_5 - 2a_4 + a_3$$

Formiamo le terze differenze, che, eseguite le riduzioni saranno

$$a_3 - 3a_2 + 3a_1 - a$$
$$a_4 - 3a_3 + 3a_2 - a_1$$

$a_5 - 3a_4 + 3a_3 - a_2$

....

Formiamo le quarte differenze saranno:

$a_4 - 4a_3 + 6a_2 - 4a_1 + a$

$a_5 - 4a_4 + 6a_3 - 4a_2 + a_1$

....

Le quinte avranno la forma

$a_5 - 5a_4 + 10a_3 - 10a_2 + 5a_1 - a$ —

Indichiamo ora con

$d_1\ d_2\ d_3\ d_4\ d_5$

la prima delle prime, delle seconde terze, quarte, quinte etc differenze, si avrà

$d_1 = a_1 - a$

$d_2 = a_2 - 2a_1 + a$

$d_3 = a_3 - 3a_2 + 3a_1 - a$

$d_4 = a_4 - 4a_3 + 6a_2 - 4a_1 + a$

$d_5 = a_5 - 5a_4 + 10a_3 - 10a_2 + 5a_1 - a$

....

Ricaviamo dalla prima il valore

di a_1, sostituiamolo nella seconda e tro viamo il valore di a_2, dalla terza quello di a_3 etc.

Si otterranno i seguenti valori pei varii termini della serie in funzio ne di a si avrà

$$a_1 = a + d_1$$
$$a_2 = a + 2d_1 + d_2$$
$$a_3 = a + 3d_1 + 3d_2 + d_3$$
$$a_4 = a + 4d_1 + 6d_2 + 4d_3 + d_4$$
$$a_5 = a + 5d_1 + 10d_2 + 10d_3 + 5d_4 + d_5$$

- - - - - - - - - - - - - - - - - -

Osservando questi valori troviamo che ciascuno termine è eguale al primo termine della serie più le prime differenze dei diversi ordini moltiplicate pei coefficienti dello sviluppo del binomio di Newton per una potenza eguale al numero dei termini che precedono quello

che si considera. Quindi si a

$$T = a + nd_1 + \frac{n(n-1)}{1.2.} d_2 + \frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.\ 3} d_3$$

etc etc

essendo

$$T = a_{n+1}$$

Ora cerchiamo il termine sommatorio.

Consideriamo le eguaglianze

$a = a$

$a_1 = a + d_1$

$a_2 = a + 2d_1 + d_2$

$a_3 = a + 3d_1 + 3d_2 + d_3$

$a_4 = a + 4d_1 + 6d_2 + 4d_3 + d_4$

$a_5 = a + 5d_1 + 10d_2 + 10d_3 + 5d_4 + d_5$

Sommando le prime due, le prime tre, le prime quattro, le prime cinque etc ... si anno le seguenti espressioni:

$a + a_1 = 2a + d_1$

$$a + a_1 + a_2 = 3a + 3d_1 + d_2$$
$$a + a_1 + a_2 + a_3 = 4a + 6d_1 + 4d_2 + d_3$$

Vediamo che in generale la somma di n termini è eguale a n volte il primo termine, più le prime differenze d'ogni ordine moltiplicate pei coefficienti diversi della potenza enne sima del binomio.

Sia

$$S = na + \frac{n(n-1)}{1.2.}d_1 + \frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3.}d_2$$

etc etc etc